

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-225124

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.⁴ 識別記号

H 0 4 J 3/00

3/06

9/00

H 0 4 L 7/00

27/20

F I

H 0 4 J 3/00

3/06

9/00

H 0 4 L 7/00

27/20

B

Z

F

Z

審査請求 未請求 請求項の数65 O L (全 81 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-259732

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月14日

(31) 優先権主張番号 特願平9-254544

(32) 優先日 平 9 (1997) 9月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-332236

(32) 優先日 平 9 (1997) 12月 2 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 林 芳和

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 神野 一平

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 大内 幹博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

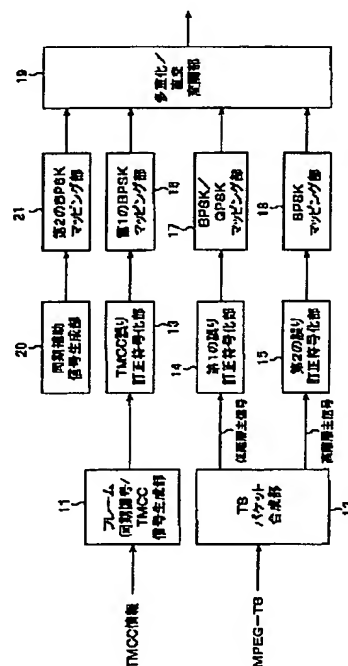
(74) 代理人 弁理士 小笠原 史朗

(54) 【発明の名称】 変調・復調装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 時分割多重n相PSK変調信号に対し、低C/N時において復調装置でのキャリア同期を安定かつ高速に行う変調・復調装置および方法を提供する。

【解決手段】 変調装置では、変調方式が切り替わる最小単位であるバケットの周期で、各バケット内にBPSK変調されたキャリア同期補助信号（または、次のバケットのPSK変調波の位相数情報を差動符号化して重畳させたキャリア同期補助信号）を挿入するように時分割多重を行う。復調装置では、このBPSK変調されたキャリア同期補助信号（および、BPSK変調された主信号）の部分抜き出して搬送波再生を行う。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、

前記複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、

前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように、前記変調信号および前記キャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備える、変調装置。

【請求項 2】 前記キャリア同期補助信号は、2 シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする、請求項 1 に記載の変調装置。

【請求項 3】 前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の変調装置。

【請求項 4】 入力する信号に対し差動符号化を施して出力する差動符号化手段をさらに備え、前記信号生成手段は、前記差動符号化手段において差動符号化された後の信号に対し、前記データに施した複数の位相変調の内の前記最小位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成することを特徴とする、請求項 3 に記載の変調装置。

【請求項 5】 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて、位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重することを特徴とする、変調方法。

【請求項 6】 前記キャリア同期補助信号は、2 シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする、請求項 5 に記載の変調方法。

【請求項 7】 前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、請求項 5 または 6 に記載の変調方法。

【請求項 8】 前記キャリア同期補助信号は、差動符号化された後の信号に対し、前記データに施した複数の位

相変調の内の前記最小位相変調を施すことにより生成されることを特徴とする、請求項 7 に記載の変調方法。

【請求項 9】 複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、

前記通信フレーム内の予め定めた信号期間の周波数誤差を検出して周波数ずれの補正を行う周波数補正手段と、前記通信フレーム内の予め定めた信号期間の位相誤差を検出して位相ずれの補正を行う位相補正手段と、

前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、遅延検波を用いて前記通信フレームの同期信号を検出することでフレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、

前記フレーム同期検出手段で検出した前記フレーム先頭位置に基づいて、前記最小位相変調が施された期間のうち少なくとも前記キャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出し、当該同期信号期間を与えるタイミング信号を生成するタイミング生成手段とを備え、

前記周波数補正手段および前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間において、前記最小位相変調に従った補正動作を行うことを特徴とする、復調装置。

【請求項 10】 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して前記位相補正手段が擬似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が擬似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

【請求項 11】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC 信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記位相同期検出手段と前記誤り訂正検出手段との検出結果から擬似同期か否かを判定する擬似同期判定手段と、

前記擬似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

【請求項 12】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期

の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、
前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、
前記第1の位相同期検出手段と前記第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、
前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

【請求項13】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、
前記位相同期検出手段と前記誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、

前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

【請求項14】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、
前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、
前記第1の位相同期検出手段と前記第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、
前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

【請求項15】 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して前記位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、
前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項13に記載の復調装置。

【請求項16】 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き

込み状態を検出して前記位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、
前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項14に記載の復調装置。

【請求項17】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記C/N検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号を与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

【請求項18】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

【請求項19】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

10 【請求項20】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記BER検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

20 【請求項21】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

40 前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づ

50 き、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

【請求項22】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、

前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

【請求項23】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記C/N検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10～16のいずれかに記載の復調装置。

【請求項24】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

【請求項25】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項26】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期

間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

【請求項27】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記

最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項28】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記BER検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10～16のいずれかに記載の復調装置。

【請求項29】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外

は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲ

ート信号生成手段とをさらに備え、
前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

【請求項30】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項31】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正

検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

10 前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

20 それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

30 前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

40 【請求項32】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

50 前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項33】 前記フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波された位相変調信号から、伝送された信号を識別する1または2以上の位相識別手段と、

前記1または2以上の位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、前記1または2以上の位相識別手段は、前記フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域をそれぞれ有し、2以上の当該位相識別領域はそれぞれ異なった位相回転を施して並列に設置し、

前記照合手段は、前記位相識別領域の位相回転量が異なる前記位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする、請求項9～32のいずれかに記載の復調装置。

【請求項34】 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波信号に予め定めた数種類の位相回転を与える複数の位相回転手段と、

前記複数の位相回転手段のそれぞれの出力に対し、位相識別を行う位相識別手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記位相識別手段は、前記フレーム同期信号が伝送される位相変調に対応する位相識別領域を有し、遅延検波されて異なった位相回転が与えられたそれぞれの位相変調信号に対し伝送された信号を識別し、

前記照合手段は、前記位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする、請求項9～32のいずれかに記載の復調装置。

【請求項35】 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、

前記位相識別手段の識別位相を回転する識別位相回転手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記位相識別手段は、前記フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域を有し、前記位相回転手段は前記照合手段により前記フレーム同期信号を検出するまで、前記位相識別手段における前記位相識別領域の位相を回転させることを特徴とする、請求項9～32のいずれかに記載の復調装置。

【請求項36】 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波信号に位相回転を与える位相回転手段と、

前記位相回転手段の出力を入力して遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記照合手段により前記フレーム同期信号を検出するまで、前記位相回転手段の位相を回転させることを特徴とする、請求項9～32のいずれかに記載の復調装置。

【請求項37】 前記周波数補正手段の出力信号を入力し、当該出力信号の帯域制限を行った後、前記位相補正手段へ出力する帯域制限フィルタをさらに備え、

前記フレーム同期検出手段は、周波数補正手段、または前記帯域制限フィルタ、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、前記フレーム先頭位置を検出することを特徴とする、請求項9～36のいずれかに記載の復調装置。

【請求項38】 前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する

情報を重畳している場合、

前記情報に基づいて前記最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号を前記タイミング生成手段へ出力する情報検出手段をさらに備え、

前記タイミング生成手段は、前記同期信号期間に加え、前記最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする、請求項 9～37 のいずれかに記載の復調装置。

【請求項 39】 前記周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数を $f_g [Hz]$ とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g [Hz]$ ($n=1, 2, \dots$) に基づいて前記位相補正手段に入力する周波数を段階的にずらすことを特徴とする、請求項 13～16 のいずれかに記載の復調装置。

【請求項 40】 複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームの復調方法であって、前記通信フレームの同期信号を検出することで、前記最小位相変調が施された期間のうち少なくとも前記キャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出するステップと、前記同期信号期間において、前記最小位相変調に従った周波数および位相の補正動作を行うステップとを備える、復調方法。

【請求項 41】 周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

【請求項 42】 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C 信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 TMC C 信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

【請求項 43】 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C 信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 T

MCC 信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

【請求項 44】 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C 信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 TMC C 信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

【請求項 45】 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C 信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 TMC C 信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

【請求項 46】 周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 44 に記載の復調方法。

【請求項 47】 周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 45 に記載の復調方法。

【請求項 48】 位相同期の状態を検出するステップと、受信信号の C/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記通

10

20

30

40

50

信フレームの全期間で位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

【請求項49】 位相同期の状態を検出するステップと、
受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

【請求項50】 位相同期の状態を検出するステップと、
受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

【請求項51】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC

C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

【請求項52】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

【請求項53】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において

10

20

30

40

50

前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

【請求項54】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41～47のいずれかに記載の復調方法。

【請求項55】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43、45または47のいずれかに記載の復調方法。

【請求項56】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施

された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項42、44または46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項57】 位相同期の状態を検出するステップと、

10 受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記

20 通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43、45または47のいずれかに記載の復調方法。

【請求項58】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記

40 通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項42、44または46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項59】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、予め定めたとしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41～47のいずれかに記載の復調方法。

【請求項60】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたとしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めたとしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43、45または47のいずれかに記載の復調方法。

【請求項61】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

て、予め定めたとしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めたとしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項42、44または46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項62】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたとしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めたとしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43、45または47のいずれかに記載の復調方法。

【請求項63】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたとしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変

調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項42、44または46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項64】 前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、

前記情報に基づいて前記最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号を前記タイミング信号を生成するステップへ出力し、前記タイミング信号を生成するステップは、前記同期信号期間に加え、前記最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする、請求項40～63のいずれかに記載の復調方法。

【請求項65】 前記周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数を $f_g [Hz]$ とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g [Hz]$ ($n=1, 2, \dots$) に基づいて位相補正動作を行う周波数を段階的にずらすことを特徴とする、請求項44～47のいずれかに記載の復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、変調・復調装置および方法に関し、より特定のには、デジタル衛星放送システムに使用される変調・復調装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、デジタル衛星放送システムに使用される変調装置および方法として、加藤・橋本著の文献「衛星ISDB伝送方式の検討」映像情報メディア学会技術報告、BCS'97-12(Mar.1997)（以下、従来の文献という）に記載されたものが知られている。

【0003】この従来の文献に記載されている変調装置および方法では、2つのデータストリームを独立に伝送することを可能としている。すなわち、低階層信号と高階層信号とに対してそれぞれ独立に誤り訂正を施し、低

階層信号と高階層信号とを適当なパケット数ずつ集めて総パケット数を一定値とするフレームを構成する。ここで、従来の変調装置は、低階層信号にはBPSK（2相位相変調；Binary Phase Shift Keying）またはQPSK（4相位相変調；Quaternary Phase Shift Keying）を施し、高階層信号には8PSK（8相位相変調；8 Phase Shift Keying）を施して時分割多重にて伝送する。また、従来の変調装置は、フレーム同期信号とフレーム内の各階層の区切りおよび各階層の変調モードを示す伝送多重制御（TMCC；Transmission Multiplexing Configuration Control）信号とを、最も低い C/N （搬送波電力／雑音電力）でも安定受信することができるBPSKを施して伝送する。

【0004】以下、この従来の変調装置および方法を、図77～図80を用いて簡単に説明する。図77は、従来の変調装置の構成を示すブロック図である。図78は、従来の復調装置から出力される通信フレームの構造を示す図である。図79は、BPSK、QPSKおよび8PSKの符号配置へのマッピングを示す図である。図80は、従来の変調装置および方法におけるMPEGのデータ構造、およびフレーム構造を示す図である。

【0005】図77において、従来の変調装置は、フレーム同期信号／TMCC信号生成部1001と、TSパケット合成部1002と、TMCC誤り訂正符号化部1003と、第1の誤り訂正符号化部1004と、第2の誤り訂正符号化部1005と、BPSKマッピング部1006と、BPSK／QPSKマッピング部1007と、8PSKマッピング部1008と、多重化／直交変調部1009とを備える。

【0006】フレーム同期信号／TMCC信号生成部1001は、入力するTMCC情報に基づいてフレーム同期信号／TMCC信号を生成する。このフレーム同期信号／TMCC信号は、TMCC誤り訂正符号化部1003において誤り訂正符号化がされた後、BPSKマッピング部1006に入力される。BPSKマッピング部1006は、入力するフレーム同期信号およびTMCC信号を、図79（a）に示すBPSKの符号配置にマッピングし、多重化／直交変調部1009へ出力する。

【0007】TSパケット合成部1002は、入力する複数のMPEG-TSパケット（図80（a））を合成して、低階層信号のパケット群と高階層信号のパケット群から構成され、総パケット数が一定値となるフレーム（図80（b））を生成する。このフレームの内、低階層信号のパケット群は、第1の誤り訂正符号化部1004において誤り訂正符号化がされた後、BPSK／QPSKマッピング部1007に入力される。BPSK／QPSKマッピング部1007は、入力する低階層信号を、図79（a）に示すBPSKの符号配置、もしくは図79（b）に示すQPSKの符号配置にマッピングし、多重化／直交変調部1009へ出力する。一方、上

記フレームの内、高階層信号のバケット群は、第2の誤り訂正符号化部1005において誤り訂正符号化がされた後、8PSKマッピング部1008に入力される。8PSKマッピング部1008は、入力する高階層信号を、図79(c)に示す8PSKの符号配置にマッピングし、多重化/直交変調部1009へ出力する。

【0008】そして、多重化/直交変調部1009は、各マッピング部から入力された各信号を、図78に示す並びで時分割多重して通信フレームを生成した後、直交変調を行い復調装置へ出力する。ここで、図78でわかるように、多重化/直交変調部1009は、BPSKが施されたフレーム同期信号およびTMCC信号、8PSKが施された高階層信号のバケット群、およびBPSKまたはQPSKが施された低階層信号のバケット群を単位として時分割多重を行い通信フレームを生成する。

【0009】次に、上記従来の変調装置において生成された通信フレームを入力して復調する復調装置を、図81を用いて説明する。図81は、従来の復調装置の構成を示すブロック図である。図81において、従来の復調装置は、直交検波部1101と、PSK復調部1102と、BER(Bit Error Rate)検出部1103と、TMCCデコーダ1104と、誤り訂正部1105と、ビデオデコーダ1106とを備える。

【0010】変調装置から送信される通信フレームは、直交検波部1101に入力される。直交検波部1101は、入力された通信フレーム内の各信号を内部の局部発振器により直交検波してデジタル化し、PSK復調部1102およびTMCCデコーダ1104へ出力する。

【0011】まず、PSK復調部1102は、入力する通信フレームの各信号がすべて8PSKが施された信号とみなして周波数補正および位相補正を行い、I、Q信号への復調を行う。ここで、TMCCデコーダ1104は、この状態でBPSKが施されたフレーム同期信号を検出し、通信フレームの先頭を認識すると同時に、8相の位相のうちどの位相でPSK復調部1102が位相同期しているかを検出する。また、TMCCデコーダ1104は、フレーム同期信号に後続するTMCC信号を検出することにより各階層信号に施されている位相変調の構成を識別して、位相補正のための位相誤差検出における復調装置側の位相基準を各位相変調に対応するものに切り替える。そして、PSK復調部1102は、復調したI、Q信号が8相の位相のうちどの位相に位相同期したかという位相情報をもとにマッピングし直し、絶対位相化したI、Q信号に変換して後段の誤り訂正部1105へ出力する。

【0012】誤り訂正部1105は、独立に2系統の誤り訂正回路を有しており、復号したTMCC信号に基づいてPSK復調部1102で復調された信号をバケット単位で振り分けて誤り訂正を施した後、時分割多重伝送のために時間軸上で並び替えたバケットの順番を元に戻

す作業を行う。この出力は、ビデオデコーダ1106へ出力される。

【0013】BER検出部1103は、誤り訂正符号化の一種であるトレリス符号化が施されている復調した8PSK信号に対し、トレリス復号を行って得た信号に再度トレリス符号化を施して、復調した8PSK信号と比較することにより高階層信号のBERをモニタする。その結果、高階層の復号映像の品質が許容値を下回ったと判断された場合には、BER検出部1103は、伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の映像信号を出力するようにビデオデコーダ1106に信号を制御する。

【0014】以上のような処理により、従来の変調・復調装置および方法では、受信中に降雨等により伝送路の品質が劣化してもサービスの視聴を継続できるようにしている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、上記従来の変調装置では、低階層信号と高階層信号とに対してそれぞれ独立に誤り訂正を施し、低階層信号には伝送効率は低いが伝送信頼性が高いBPSKまたはQPSKを、高階層信号には伝送効率は高いが伝送信頼性が低い8PSKをそれぞれ施し、それらを時分割多重にて送信している。これに対し、上記従来の復調装置においては、まず、入力する通信フレームの各信号をすべて8PSKが施された信号とみなして周波数補正および位相補正を行う。そして、キャリア同期ができた後はTMCC信号を復号して各階層信号に施された位相変調の構成を識別して各信号ごとに復調すると共に、BERを検出することで伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の信号を選択できるようにしている。

【0016】しかしながら、上記従来の復調装置では、8PSKによる復調(周波数補正および位相補正)ができない低C/N時に電源投入やチャンネル選択等の動作を行った場合、キャリア同期ができない、すなわち、サービスの視聴ができないという問題があった。

【0017】それ故、本発明の目的は、低C/N時ににおいて復調装置の電源投入やチャンネル選択等の動作を行っても、安定かつ高速にキャリア同期を行うことができる変調・復調装置および方法を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調(以下、最小位相変調という)を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内

で等時間間隔に分散するように、変調信号およびキャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備える。

【0019】上記のように、第1の発明によれば、復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0020】第2の発明は、第1の発明において、キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする。

【0021】上記のように、第2の発明は、第1の発明におけるキャリア同期補助信号の典型的な時分割多重形態を特定したものである。

【0022】第3の発明は、第1および第2の発明において、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

【0023】上記のように、第3の発明によれば、第1および第2の発明において、次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳した復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信号および最小位相変調が施された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0024】第4の発明は、第3の発明において、入力する信号に対し差動符号化を施して出力する差動符号化手段をさらに備え、信号生成手段は、差動符号化手段において差動符号化された後の信号に対し、データに施した複数の位相変調の内の最小位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成することを特徴とする。

【0025】上記のように、第4の発明によれば、第3の発明において、次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳した復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、差動符号化を施した後に生成する。これにより、復調装置においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号することができる。

【0026】第5の発明は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が通信フレ

ーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重することを特徴とする。

【0027】上記のように、第5の発明によれば、復調動作の際においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを構築する。これにより、復調動作の際において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0028】第6の発明は、第5の発明において、キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする。

【0029】上記のように、第6の発明は、第5の発明におけるキャリア同期補助信号の典型的な時分割多重形態を特定したものである。

【0030】第7の発明は、第5および第6の発明において、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

【0031】上記のように、第7の発明によれば、第5および第6の発明において、復調動作の際において次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調動作の際において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信号および最小位相変調が施された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0032】第8の発明は、第7の発明において、キャリア同期補助信号は、差動符号化された後の信号に対し、データに施した複数の位相変調の内の最小位相変調を施すことにより生成されることを特徴とする。

【0033】上記のように、第8の発明によれば、第7の発明において、復調動作の際において次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を差動符号化を施した後に生成する。これにより、復調動作の際においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号することができる。

【0034】第9の発明は、複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、通信フレーム内の予め定めた信号期間の周波数誤差を検出して周波数ずれの補正を行う周波数補正手段と、通信フレーム内の予め定めた信号期間の位相誤差を検出して位相ずれの補正を行う位相補正手段と、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれか

の出力信号を入力し、遅延検波を用いて通信フレームの同期信号を検出することでフレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、フレーム同期検出手段で検出したフレーム先頭位置に基づいて、最小位相変調が施された期間のうち少なくともキャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出し、当該同期信号期間を与えるタイミング信号を生成するタイミング生成手段とを備え、周波数補正手段および位相補正手段は、タイミング信号を与える同期信号期間において、最小位相変調に従った補正動作を行うことを特徴とする。

【0035】上記のように、第9の発明によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号を用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0036】第10の発明は、第9の発明において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数可否かを判断する周波数引き込み検出手段と、周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0037】上記のように、第10の発明によれば、第9の発明において、周波数引き込み検出手段を設け、周波数補正手段において位相補正手段が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0038】第11の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、位相同期検出手段と誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期可否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0039】上記のように、第11の発明によれば、第9の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0040】第12の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、第1の位相同期検出手段と第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期可否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0041】上記のように、第12の発明によれば、第9の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0042】第13の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、位相同期検出手段と誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期可否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0043】上記のように、第13の発明によれば、第9の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正手段の周波数を制御して位相補正手段で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0044】第14の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、第1の位相同期検出手段と第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期可否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段へ入力する周波数

を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0045】上記のように、第14の発明によれば、第9の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正手段の周波数を制御して位相補正手段で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0046】第15の発明は、第13の発明において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0047】第16の発明は、第14の発明において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0048】上記のように、第15および第16の発明によれば、第13および第14の発明において、さらに周波数引き込み検出手段を設け、周波数補正手段において位相補正手段が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0049】第17の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期判定手段とC/N検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信

号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0050】上記のように、第17の発明によれば、第9の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0051】第18の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0052】上記のように、第18の発明によれば、第9の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の

期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0053】第19の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0054】上記のように、第19の発明によれば、第9の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、当該期間以外の主信号の変調期間

においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0055】第20の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期判定手段とBER検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0056】上記のように、第20の発明によれば、第9の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0057】第21の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があ

り、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0058】上記のように、第21の発明によれば、第9の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0059】第22の発明は、第9の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期が

あり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0060】上記のように、第22の発明によれば、第9の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0061】第23の発明は、第10～第16の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期判定手段とC/N検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0062】第24の発明は、第10、第12、第14および第16の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態

を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0063】第25の発明は、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0064】第26の発明は、第10、第12、第14

および第16の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号を与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0065】第27の発明は、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り

訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0066】第28の発明は、第10～第16の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期判定手段とBER検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0067】第29の発明は、第10、第12、第14および第16の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正

検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0068】第30の発明は、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0069】第31の発明は、第10、第12、第14

および第16の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0070】第32の発明は、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミン

グ信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0071】上記のように、第23～第32の発明は、第10～第16の発明と第17～第22の発明とをそれぞれ組み合わせたものである。従って、第23～第32の発明は、それぞれ低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になり、かつ、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0072】第33の発明は、第9～第32の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波された位相変調信号から、伝送された信号を識別する1または2以上の位相識別手段と、1または2以上の位相識別手段の出力とフレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、1または2以上の位相識別手段は、フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域をそれぞれ有し、2以上の当該位相識別領域はそれぞれ異なった位相回転を施して並列に設置し、照合手段は、位相識別領域の位相回転量が異なる位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする。

【0073】第34の発明は、第9～第32の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅

遅延検波手段と、遅延検波信号に予め定めた数種類の位相回転を与える複数の位相回転手段と、複数の位相回転手段のそれぞれの出力に対し、位相識別を行う位相識別手段と、位相識別手段の出力とフレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、位相識別手段は、フレーム同期信号が伝送される位相変調に対応する位相識別領域を有し、遅延検波されて異なった位相回転を与えられたそれぞれの位相変調信号に対し伝送された信号を識別し、照合手段は、位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする。

【0074】第35の発明は、第9～第32の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、位相識別手段の識別位相を回転する識別位相回転手段と、位相識別手段の出力とフレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、位相識別手段は、フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域を有し、位相回転手段は照合手段によりフレーム同期信号を検出するまで、位相識別手段における位相識別領域の位相を回転させることを特徴とする。

【0075】第36の発明は、第9～第32の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波信号に位相回転を与える位相回転手段と、位相回転手段の出力を入力して遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、位相識別手段の出力とフレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、照合手段によりフレーム同期信号を検出するまで、位相回転手段の位相を回転させることを特徴とする。

【0076】上記のように、第33～第36の発明は、第9～第32におけるフレーム同期検出手段の典型的な構成を示したものである。これにより、入力周波数誤差が大きいときでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができる。

【0077】第37の発明は、第9～第36の発明において、周波数補正手段の出力信号を入力し、当該出力信号の帯域制限を行った後、位相補正手段へ出力する帯域制限フィルタをさらに備え、フレーム同期検出手段は、周波数補正手段、または帯域制限フィルタ、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、フレーム先頭位置を検出することを特徴とする。

【0078】上記のように、第37の発明は、第9～第36の発明において、周波数補正手段が出力する位相変調信号をスペクトル整形する帯域制限フィルタをさらに構成に加えたものである。従って、第37の発明の効果は、それぞれ第9～第36の発明の効果と同様である。

【0079】第38の発明は、第9～第37の発明において、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号

に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、情報に基づいて最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号をタイミング生成手段へ出力する情報検出手段をさらに備え、タイミング生成手段は、同期信号期間に加え、最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする。

【0080】上記のように、第38の発明によれば、第9～第37の発明において、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号に加え、最小位相変調がなされている主信号をも用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0081】第39の発明は、第13～第16の発明において、周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数を $f_g [\text{Hz}]$ とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g [\text{Hz}]$ ($n = 1, 2, \dots$) に基づいて位相補正手段に

入力する周波数を段階的にずらすことを特徴とする。
【0082】上記のように、第39の発明によれば、第13～第16の発明において、周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数 f_g をステップ単位として、周波数を正負交互に順に大きくするようにならす。これにより、疑似同期である場合であっても上記ステップ動作を繰り返すことで、最終的に正常同期を行うことができる。

【0083】第40の発明は、複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームの復調方法であって、通信フレームの同期信号を検出することで、最小位相変調が施された期間のうち少なくともキャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出するステップと、同期信号期間において、最小位相変調に従った周波数および位相の補正動作を行うステップとを備える。

【0084】上記のように、第40の発明によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号を用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。また、入力周波数誤差が大きいときでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができる。

【0085】第41の発明は、第40の発明において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、判定するステップに

10

20

30

40

50

おける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0086】上記のように、第41の発明によれば、第40の発明において、周波数引き込み状態の検出を行い、周波数補正動作において位相補正動作が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0087】第42の発明は、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0088】上記のように、第42の発明によれば、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0089】第43の発明は、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0090】上記のように、第43の発明によれば、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0091】第44の発明は、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相

同期状態とTMCC信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える。

【0092】上記のように、第44の発明によれば、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正動作の周波数を制御して位相補正動作で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0093】第45の発明は、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える。

【0094】上記のように、第45の発明によれば、第40の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正動作の周波数を制御して位相補正動作で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0095】第46の発明は、第44の発明において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0096】第47の発明は、第45の発明において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0097】上記のように、第46および第47の発明によれば、第44および第45の発明において、さらに周波数引き込み状態の検出を行い、周波数補正動作において位相補正動作が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正動作を初期化して再動作さ

せる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0098】第48の発明は、第40の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調

による位相誤差を検出した後、通信フレームの全期間で位相補正動作を行うステップとをさらに備える。
【0099】上記のように、第48の発明によれば、第40の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0100】第49の発明は、第40の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0101】上記のように、第49の発明によれば、第40の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0102】第50の発明は、第40の発明において、

位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0103】上記のように、第50の発明によれば、第40の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0104】第51の発明は、第40の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0105】上記のように、第51の発明によれば、第40の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット

51

誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0106】第52の発明は、第40の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0107】上記のように、第52の発明によれば、第40の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0108】第53の発明は、第40の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値

52

と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0109】上記のように、第53の発明によれば、第40の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0110】第54の発明は、第41～第47の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0111】第55の発明は、第41、第43、第45および第47の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相

数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0112】第56の発明は、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0113】第57の発明は、第41、第43、第45および第47の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0114】第58の発明は、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間にお

いて対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0115】第59の発明は、第41～第47の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0116】第60の発明は、第41、第43、第45および第47の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0117】第61の発明は、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電

力)の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0118】第62の発明は、第41、第43、第45および第47の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調(以下、最大位相変調という)が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0119】第63の発明は、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調(以下、最大位相変調という)が施された期間以外の期間において対応する位相変調によ

る位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0120】上記のように、第54~第63の発明は、第41~第47の発明と第48~第53の発明とをそれぞれ組み合わせたものである。従って、第54~第63の発明は、それぞれ低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になり、かつ、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0121】第64の発明は、第40~第63の発明において、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、情報に基づいて最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号をタイミング信号を生成するステップへ出力し、タイミング信号を生成するステップは、同期信号期間に加え、最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする。

【0122】上記のように、第64の発明によれば、第40~第63の発明において、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号に加え、最小位相変調がなされている主信号をも用いて周波数補正および位相補正(搬送波再生)を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0123】第65の発明は、第44~第47の発明において、周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数を f_g [Hz]とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$)に基づいて位相補正動作を行う周波数を段階的にずらすことを特徴とする。

【0124】上記のように、第65の発明によれば、第44~第47の発明において、周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数 f_g をステップ単位として、周波数を正負交互に順に大きくするようにならす。これにより、疑似同期である場合であっても上記ステップ動作を繰り返すことで、最終的に正常同期を行うことができる。

【0125】

【発明の実施の形態】本発明は、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含むBPSKを用いて、低C/N状態においても高速かつ安定なキャリア同期を可能とする変調・復調装置および方法である。以下、本発明の各実施形態について、変調装置および方法（送信系）と復調装置および方法（受信系）とを順に説明する。

【0126】（1）送信系

図1は、請求項1～3、6～8に対応する、本発明の一実施形態に係る変調装置の構成を示すブロック図である。図1において、本発明の一実施形態に係る変調装置は、フレーム同期信号/TMCC信号生成部11と、TSパケット合成部12と、TMCC誤り訂正符号化部13と、第1の誤り訂正符号化部14と、第2の誤り訂正符号化部15と、第1のBPSKマッピング部16と、BPSK/QPSKマッピング部17と、8PSKマッピング部18と、多重化/直交変調部19と、同期補助信号生成部20と、第2のBPSKマッピング部21とを備える。図2は、本発明の一実施形態に係る変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。図3は、図1の多重化/直交変調部19の構成の一例を示すブロック図である。以下、本発明の一実施形態に係る変調装置が行う動作を説明する。

【0127】フレーム同期信号/TMCC信号生成部11は、入力するTMCC情報に基づいてフレーム同期信号/TMCC信号を生成する。このフレーム同期信号/TMCC信号は、TMCC誤り訂正符号化部13において誤り訂正符号化がされた後、BPSKマッピング部16に入力される。BPSKマッピング部16は、入力するフレーム同期信号およびTMCC信号を、BPSKの符号配置にマッピングし（図79（a）を参照）、多重化/直交変調部19へ出力する。

【0128】TSパケット合成部12は、入力する複数のMPEG-TSパケット（図80（a）を参照）を合成して、低階層信号のパケット群と高階層信号のパケット群とから構成され、総パケット数が一定値となるフレーム（図80（b）を参照）を生成する。このフレームの内、低階層信号のパケット群は、第1の誤り訂正符号化部14において誤り訂正符号化がされた後、BPSK/QPSKマッピング部17に入力される。BPSK/QPSKマッピング部17は、入力する低階層信号を、BPSKの符号配置（図79（a）を参照）、もしくはQPSKの符号配置（図79（b）を参照）にマッピングし、多重化/直交変調部19へ出力する。一方、上記フレームの内、高階層信号のパケット群は、第2の誤り訂正符号化部15において誤り訂正符号化がされた後、8PSKマッピング部18に入力される。8PSKマッピング部18は、入力する高階層信号を、8PSKの符号配置にマッピングし（図79（c）を参照）、多重化

／直交変調部19へ出力する。

【0129】同期補助信号生成部20は、後述する復調装置においてキャリア同期を補助するための信号（以下、キャリア同期補助信号と略す）を生成する。第2のBPSKマッピング部21は、同期補助信号生成部20が生成したキャリア同期補助信号を入力し、BPSKの符号配置にマッピングした後（図79（a）を参照）、多重化/直交変調部19へ出力する。このように、キャリア同期補助信号にBPSKのマッピングを施すのは、復調装置が時分割多重された複数の位相変調のうちBPSKの部分によって搬送波再生ができるようにするためである。

【0130】そして、多重化/直交変調部19は、各マッピング部から入力した各信号を、図2に示す並びで時分割多重して通信フレームを生成した後、直交変調を行い出力する。ここで、図2でわかるように、多重化/直交変調部19は、BPSKが施されたフレーム同期信号およびTMCC信号、8PSKが施された高階層信号のパケット群、およびBPSKまたはQPSKが施された低階層信号のパケット群を単位として時分割多重を行うとともに、BPSK変調されたキャリア同期補助信号が、変調方式が切り替わる最小単位であるパケット内に分散するように時分割多重（挿入）を行って、通信フレームを生成する。

【0131】この時分割多重は、例えば、図3に示すような回路を用いて、1フレームのシンボル数をカウントするフレームカウンタの出力信号から各信号の挿入タイミングを制御するゲート信号を生成し、各々のスイッチを切り換えることで行えばよい。なお、後述する復調装置において説明するが、キャリア同期補助信号は、遅延検波が可能となるように2シンボル以上連続して挿入する。また、復調特性を向上させるために、キャリア同期補助信号の挿入周期をできるだけ短く、具体的には200シンボル程度、若しくはそれ以下にするのが好ましい。

【0132】以上のように、本発明の一実施形態に係る変調装置によれば、復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強いBPSKにより変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたBPSKのキャリア同期補助信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0133】（2）受信系

次に、上述した本発明の一実施形態に係る変調装置において生成された通信フレームを復調する復調装置および方法を、以下順に説明する。なお、以下の説明において、第1の実施形態が基本となる復調装置であり、第2～第8の実施形態は、第1の実施形態に対しさらに擬似同期を回避した復調装置、第9～第14の実施形態は、

第1の実施形態に対しさらに位相雑音を低減した復調装置である。

【0134】(第1の実施形態)図4は、請求項9、37、40に対応する、本発明の第1の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図4において、第1の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。また、周波数補正部32は、周波数誤差検出部321と、周波数誤差保持部322と、数値制御発振部323と、複素乗算部324とを備える。位相補正部34は、位相誤差検出部341と、位相誤差保持部342と、数値制御発振部343と、複素乗算部344とを備える。なお、図4において、太線かつ“/2”で示している信号線は、複素表現される信号の信号線を示している(以下、各図面において同様とする)。

【0135】まず、第1の実施形態に係る復調装置の概略を説明する。直交検波部31は、入力する通信フレーム内の各PSK変調信号を固定周波数の局部発振信号を用いて直交検波により復調し、同相成分(I)、直交成分(Q)の等化低域信号を出力する。周波数補正部32は、直交検波部31が出力する信号を入力し、衛星アンテナにおける周波数変換器(図示せず)等の周波数ずれに起因する周波数ずれを、タイミング生成部36から受けるタイミング信号に基づいて補正する。

【0136】この周波数補正部32の各構成について簡単に説明する。周波数誤差検出部321は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を入力し、遅延検波を行って周波数誤差を検出する。周波数誤差保持部322は、タイミング生成部36からの出力信号に従って、周波数誤差検出部321が検出した周波数誤差のうちBPSK期間における周波数誤差の平均化を行う。数値制御発振部323は、周波数誤差保持部322が出力する平均化信号に対し、数値演算を行い発振信号を出力する。複素乗算部324は、直交検波部31が出力する信号と数値制御発振部323が出力する信号とを複素乗算して周波数誤差を打ち消す。

【0137】帯域制限フィルタ33は、周波数補正部32が出力する信号を入力し、各PSK信号のスペクトル整形を行う。フレーム同期検出部35は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を入力し、遅延検波によってBPSK変調されたフレーム同期信号、すなわち通信フレームの先頭を検出する。タイミング生成部36は、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭の情報に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、その期間に応じたタイミング信号(ゲート信号)

を生成する。位相補正部34は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を入力し、その位相ずれをタイミング生成部36から受けるタイミング信号に基づいて補正する。

【0138】この位相補正部34の各構成について簡単に説明する。位相誤差検出部341は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を複素乗算部344を介して入力し、予め定めた基準位相に対する位相差を検出する。位相誤差保持部342は、タイミング生成部36からの出力信号に従って、位相誤差検出部341が検出した位相誤差のうちBPSK期間における位相誤差の平均化を行う。数値制御発振部343は、位相誤差保持部342が出力する平均化信号に対し、数値演算を行い発振信号を出力する。複素乗算部344は、帯域制限フィルタ33が出力する信号と数値制御発振部343が出力する信号とを複素乗算して位相誤差を打ち消す。

【0139】第1の誤り訂正部37は、位相補正部34から出力される信号を入力し、変調装置において高階層パケット群および低階層パケット群に個別に誤り訂正符号化された主信号を、パケット単位で誤り訂正を施し、また時分割多重伝送のために時間軸上で並び替えたパケットの順番を元に戻す作業を行う。この出力は、ビデオデコーダ40へ出力される。第2の誤り訂正部38は、位相補正部34から出力される信号を入力し、変調装置において誤り訂正符号化されたTMCC信号の誤り訂正を施す。この出力は、TMCCデコーダ40に出力される。TMCCデコーダ40は、フレーム内の各階層の区切りと各階層の変調モードを表すTMCC情報を検出する。BER測定部41は、誤り訂正符号化の一種であるトレリス符号化が施されている復調した8PSK信号に対し、トレリス復号を行って得た信号に再度トレリス符号化を施して、復調した8PSK信号と比較することにより高階層信号のBERをモニタする。その結果、高階層の復号映像の品質が許容値を下回ったと判断された場合には、BER測定部41は、伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の映像信号を出力するようにビデオデコーダ40を制御する。

【0140】次に、第1の実施形態に係る復調装置が行う動作を、処理の流れに沿って図5～図19をさらに参照して詳細に説明する。図5は、第1の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。図6は、フレーム同期検出部35が検出する信号およびタイミング生成部36が生成するタイミング信号を示す図である。図7～図11は、フレーム同期検出部35の各実施例の構成を示すブロック図である。図12～図16は、フレーム同期検出部35の各実施例における位相関係を説明する図である。図17は、周波数補正部32のさらに詳細な構成を示すブロック図である。図18は、位相補正部34のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【0141】図5を参照して、復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部31に入力される信号に対し、まずフレーム同期検出部35においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップS101）。この検出により、図6（b）に示すように、通信フレームの先頭、すなわちフレーム同期信号/TMCC信号の先頭を検出することができる。ここで、このようなフレーム先頭の検出を実現するフレーム同期検出部35としては、具体的な構成の実施例が5つ考えられる。以下、これらの5つの実施例を順に説明する。

【0142】（フレーム同期検出部35の実施例1）図7は、請求項33に対応する、フレーム同期検出部35の実施例1の構成を示すブロック図である。図7において、実施例1は、遅延検波部351と、位相識別部352と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部352は、遅延検波部351が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。ここで、位相識別部352は、検出対象であるフレーム同期信号がBPSK変調信号であるため、図12に示すように、遅延検波部351の出力信号の位相が -90° 以上 90° 以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 90° 以上 180° 以下若しくは -180° 以上 -90° 以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。照合部353は、位相識別部352が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。

【0143】（フレーム同期検出部35の実施例2）上記実施例1において、遅延検波部351に入力される位相変調信号に周波数ずれが存在する場合、遅延検波部351の出力は、図14に示すように位相ずれが存在することになる（図中×印）。また、それに加え低C/N時では図15に示すようになり、上記実施例1の位相識別方法では位相誤りが発生する。そこで、実施例2は、これに対応したものである。

【0144】図8は、請求項33に対応する、フレーム同期検出部35の実施例2の構成を示すブロック図である。図8において、実施例2は、遅延検波部351と、第1～第3の位相識別部352a～352cと、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。第1～第3の位相識別部352a～352cは、遅延検波部351が出力する信号の位相をそれぞれ識別してデータを復号する。ここで、第1～第3の位相識別部352a～352cは、図13に示すように、それぞれ 180° の位相識別領域を有し、またその位相識

別領域にそれぞれ異なった位相回転が施されている。

【0145】例えば、第1の位相識別部352aは、図13（a）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が -90° 以上 90° 以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 90° 以上 180° 以下若しくは -180° 以上 -90° 以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。また、第2の位相識別部352bは、図13（b）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が $(-90^\circ + \alpha)$ 度以上 $(90^\circ + \alpha)$ 度以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 $(90^\circ + \alpha)$ 度以上 180° 以下若しくは -180° 以上 $(-90^\circ + \alpha)$ 度以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。また、第3の位相識別部352cは、図13（c）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が $(-90^\circ - \alpha)$ 度以上 $(90^\circ - \alpha)$ 度以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 $(90^\circ - \alpha)$ 度以上 180° 以下若しくは -180° 以上 $(-90^\circ - \alpha)$ 度以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。照合部353は、第1～第3の位相識別部352a～352cが出力する各信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合をそれぞれ行い、フレーム同期信号と一致したいずれか一つの信号に関してフレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。

【0146】（フレーム同期検出部35の実施例3）上記実施例2においては、位相識別部における座標軸に位相回転を施す、つまり位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転を施して位相識別を行った。しかし、位相識別部は位相回転を施さず、遅延検波部351の出力に位相回転を施して位相識別する方法も考えられる。そこで、実施例3は、これに対応したものである。

【0147】図9は、請求項34に対応する、フレーム同期検出部35の実施例3の構成を示すブロック図である。図9において、実施例3は、遅延検波部351と、第1～第3の位相回転部354a～354cと、3つの位相識別部352と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。第1～第3の位相回転部354a～354cは、遅延検波部351が出力する信号を入力し、それぞれ異なる位相回転を施して出力する。3つの位相識別部352は、第1～第3の位相回転部354a～354cが出力する信号をそれぞれ入力し、同じ位相識別領域の基準位相によって識別しデータを復号する。照合部353は、3つの位相識別部352が出力する各信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合をそれぞれ行い、フレーム同期信号と一致したいずれか一つの信号に関してフレームの先頭位置を検出する。以上により、遅延検波部351の出力の位相識別

は、等価的に図13で示すものと様になり、上記実施例2と同様の効果が得られる。

【0148】なお、上記実施例2、3の説明では、3種類の位相回転を施した信号を照合するようにしたが、もっと多くの種類の位相回転を施した信号を用いて照合を行えば、遅延検波によるフレーム同期の精度を向上することができる。

【0149】（フレーム同期検出部35の実施例4）図10は、請求項35に対応する、フレーム同期検出部35の実施例4の構成を示すブロック図である。図10において、実施例4は、遅延検波部351と、位相識別部352と、位相回転部355と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部352は、遅延検波部351が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。ここで、位相識別部352は、検出対象であるフレーム同期信号がBPSK変調信号であるため、180度の位相識別領域を有している（図12を参照）。照合部353は、位相識別部352が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。識別位相回転部355は、図16に示すように、位相識別部352に位相回転を施し、照合部353においてフレーム同期検出が得られるまで、その回転位相を変化させる。

【0150】（フレーム同期検出部35の実施例5）上記実施例4においては、位相識別部における座標軸に位相回転を施す、つまり位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転を施して位相識別を行った。しかし、位相識別部は位相回転を施さず、遅延検波部351の出力に位相回転を施して位相識別する方法も考えられる。そこで、実施例5は、これに対応したものである。

【0151】図11は、請求項36に対応する、フレーム同期検出部35の実施例5の構成を示すブロック図である。図11において、実施例5は、遅延検波部351と、位相回転部354と、位相識別部352と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相回転部354は、遅延検波部351が出力する信号を入力し、位相回転を施して出力する。ここで、位相回転部354は、照合部353においてフレーム同期検出が得られるまで、その回転位相を変化させる。位相識別部352は、位相回転部354が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。照合部353は、位相識別部352が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。以上により、遅延検波部351の出力の位

相識別は、等価的に図16で示すものと様になり、上記実施例4と同様の効果が得られる。

【0152】なお、上記実施例1～実施例5のフレーム同期検出部35は、遅延検波を用いているため、周波数補正部32以降であれば、その設置位置としては、周波数補正部32の出力、帯域制限フィルタ33の出力、または位相補正部34の出力であれば、特に制限するものではない。また、後述するが、周波数補正部32においても遅延検波を用いているので、フレーム同期検出部35における遅延検波部351を周波数補正部32の遅延検波部と共用化することにより、回路規模の削減が可能になる。

【0153】再び図5を参照して、フレーム同期検出部35が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部36に入力される。タイミング生成部36は、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図6(c)に示すような当該期間に応じたBPSKタイミング信号を生成する（ステップS102）。なお、図6(d)に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じたBPSKタイミング信号であっても、本発明の有用な効果を奏することはもちろん可能である。

【0154】ここで、第1の実施形態に係る復調装置において、BPSK期間で搬送波再生するためには、BPSK変調されたキャリア同期補助信号の挿入間隔および挿入幅（シンボル数）が重要になる。挿入間隔に関しては、その間隔が広くなるほど周波数補正部32および位相補正部34の保持状態が長くなり、少しでも周波数誤差が残留していれば、その間で変調信号の位相回転が起こるため、各BPSK期間で同期引き込み位相が180度異なったり、さらには同期不能になったりする。また、挿入シンボル数に関しては、周波数補正部32における周波数誤差検出では遅延検波を用い、1シンボル間の位相ずれを検出してそれを周波数誤差としているため、最低2シンボルは必要になる。従って、上述したように、変調装置において、キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続して挿入し、挿入間隔は200シンボル程度、若しくはそれ以下にするのが好ましいのである。

【0155】そして、タイミング生成部36は、生成したBPSKタイミング信号（図6(c)または図6(d)）を、周波数補正部32の周波数誤差保持部322および位相補正部34の位相誤差保持部342へそれぞれ出力する（図4を参照）。

【0156】次に、図17を参照して、周波数補正部32の動作を説明する。図17において、周波数補正部32は、遅延検波部321aと位相誤差検出部321bとで構成される周波数誤差検出部321と、切替部322aと定数発生部322bと加算器322cと遅延部32

2 d とで構成される周波数誤差保持部 3 2 2 と、加算器 3 2 3 a と遅延部 3 2 3 b とコサイン波発生部 3 2 3 c とサイン波発生部 3 2 3 d とで構成される数値制御発振部 3 2 3 と、複素乗算部 3 2 4 とを備える。

【0157】直交検波部 3 1 が出力する信号は、複素乗算部 3 2 4 および帯域制限フィルタ 3 3 を介して、周波*

$$\begin{aligned} \text{遅延検波出力} &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t1)) \cdot \\ &\quad \exp(-j(2\pi/n \cdot (D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t0)) \\ &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1 - D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts)) \\ &\quad \dots (1) \end{aligned}$$

D1 : n 相 P S K 変調信号の現在のシンボルの位相状態 (0 ~ (n-1))

D0 : n 相 P S K 変調信号の 1 シンボル前の位相状態 (0 ~ (n-1))

Δf : 等価低域信号の周波数ずれ [Hz]

t1 : 現在の時刻 [t]

t0 : 1 シンボル前の時刻 [t]

Ts : シンボル周期 [t]

【0158】BPSK の場合、上記式 (1) により周波数ずれが無ければ遅延検波出力の位相状態は、図 1 4 中の●印に示すように $\pi \cdot n$ ($n = 0 \sim 1$) にある。しかし、周波数ずれ Δf があると、×印に示すように $2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts (= \theta)$ 分、位相が●印よりずれることになる。そこで、位相誤差検出部 3 2 1 b では、周波数ずれが無い場合の●印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を周波数誤差として検出する。なお、直交座標系で処理しているので、位相差を検出するには本来 $\arctan(y/x)$ により算出することになるが、簡略化して周波数誤差と比例する量として、BPSK の場合、遅延検波信号のうち直交成分の誤差 Δy を周波数誤差として出力してもよい。

【0159】この位相誤差検出部 3 2 1 b で検出した周波数誤差は、切替部 3 2 2 a を介して加算器 3 2 2 c および遅延部 3 2 2 d からなるループフィルタに入力され、周波数誤差の平均化がなされる。ここで、周波数誤差保持部 3 2 2 は、1 通信フレーム内の BPSK 変調がされているフレーム同期信号/TMCC 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のみに得られる周波数誤差に関して平均化を行うため、タイミング生成部 3 6 が出力するタイミング信号を用いて切替部 3 2 2 a の切換えを行う。この切替部 3 2 2 a は、タイミング信号の BPSK 変調信号の期間 (図 6 (c) または (d) において H i レベル期間) に位相誤差検出部 3 2 1 b が出力する周波数誤差をループフィルタに入力し、それ以外の期間には、定数発生部 3 2 2 b が発生する「定数 0」をループフィルタに入力するように切替えを行う。そして、周波数誤差保持部 3 2 2 の出力信号は、数値演算発振部 (NCO) 3 2 3 を制御し、そこで得られる発振信号により、複素乗算部 3 2 4 で周波数誤差が打ち消される。これにより、周波数誤差が補正される (ステップ S 1 0

* 数誤差検出部 3 2 1 の遅延検波部 3 2 1 a に入力される。遅延検波部 3 2 1 a は、現在の n 相 P S K 変調信号 ($n = 2^1, 2^2, 2^3 \dots$ 、以下同じ) と、その 1 シンボル前の n 相 P S K 変調信号の複素共役信号との複素乗算を行い、遅延検波出力を算出する。この遅延検波出力の算出式を、下記式 (1) に示す。

3)。

【0160】なお、上記説明では、周波数誤差検出部 3 2 1 の入力信号は、帯域制限フィルタ 3 3 の出力信号としていたが、周波数誤差検出部 3 2 1 は遅延検波を用いているため、複素乗算部 3 2 4 の以降の信号であれば、つまり複素乗算部 3 2 4 の出力信号、帯域制限フィルタ 3 3 の出力信号、または位相補正部 3 4 の出力信号であれば特に制限するものではない。

【0161】次に、図 1 8 を参照して、位相補正部 3 4 の動作を説明する。図 1 8 において、位相補正部 3 4 は、位相誤差検出部 3 4 1 と、切替部 3 4 2 a と定数発生部 3 4 2 b と加算器 3 4 2 c、3 4 2 e と遅延部 3 4 2 d と保持部 3 4 2 f と増幅器 3 4 2 g とで構成される位相誤差保持部 3 4 2 と、加算器 3 4 3 a と遅延部 3 4 3 b とコサイン波発生部 3 4 3 c とサイン波発生部 3 4 3 d とで構成される数値制御発振部 3 4 3 と、複素乗算部 3 4 4 とを備える。

【0162】位相補正部 3 4 の動作初期の時点では、帯域制限フィルタ 3 3 の出力信号は、周波数補正部 3 2 で周波数誤差は打ち消されたものの、数値制御発振部 3 4 3 の出力信号とは位相が異なっているため、複素乗算部 3 4 4 の出力は位相誤差を含んでいる。位相誤差を含んだ複素乗算部 3 4 4 の出力は、位相誤差検出部 3 4 1 に入力される。位相誤差検出部 3 4 1 における位相誤差検出は、図 1 9 に示すように、○印で示した受信側の基準位相に対し、位相ずれ $\Delta \phi$ がある受信信号×印との位相差を検出する。なお、直交座標系 (I, Q 平面) で処理しているので、位相誤差を検出するには本来 $\arctan(Q/I)$ により算出することになるが、簡略化して位相誤差と比例する量として、BPSK の場合、直交成分の誤差 ΔQ を位相誤差として出力してもよい。

【0163】位相誤差検出部 3 4 1 で検出した位相誤差は、切替部 3 4 2 a および保持部 3 4 2 f を介して加算器 3 4 2 c、3 4 2 e、遅延部 3 4 2 d および増幅器 3 4 2 g からなるループフィルタに入力され、位相誤差信号の平均化がなされる。位相誤差保持部 3 4 2 におけるループフィルタは、増幅器 3 4 2 g を介して加算器 3 4 2 e に入る直接系と、加算器 3 4 2 c および遅延部 3 4 2 d を介して入る積分系からなり、直接系は位相誤差の補正のため用い、積分系は周波数補正部 3 2 で取り除け

なかった小さい周波数ずれを補正するために用いる。増幅器342gは、直接系と積分系の利得配分を決定する。

【0164】ここで、位相誤差保持部342は、1通信フレーム内のBPSK変調がされているフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のみに得られる位相誤差に関して平均化を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号を用いて切替部342aの切換えおよび保持部342fの制御を行う。この切替えおよび制御は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間(図6(c)または(d)においてHiレベル期間)に、位相誤差検出部341が出力する位相誤差をループフィルタに入力するように行う。ループフィルタの積分系においては、BPSK変調信号期間は、位相誤差検出部341の出力信号を加算器342cに入力し、それ以外の期間には、定数発生部342bが発生する「定数0」を入力するように切替部342aを切替える。また、ループフィルタの直接系においては、BPSK変調信号期間は、位相誤差検出部341の出力信号を増幅器342gを介して加算器342eに出力し、それ以外の期間には、以前のBPSK変調信号期間の位相誤差検出部341の出力信号を保持して加算器342eに出力するように保持部342fを制御する。

【0165】そして、位相誤差保持部342の出力信号は、数値演算発振部(NCO)343を制御し、そこで得られる発振信号により、複素乗算器344で位相誤差が打ち消される。これにより、位相誤差が補正される

(ステップS104)。その後、定常の復調処理に移行する(ステップS105)。ここでの定常の復調処理とは、位相補正部34が位相同期した後の復調動作のことであり、雑音等の影響で周波数補正部32における周波数誤差の変動により数値制御発振手段323の発振周波数が変化して、位相補正部34における位相同期を外さないようにすることである。例えば、一度位相同期した後、何らかの原因で位相同期が外れるまでは、周波数補正部32の周波数誤差保持部322の係数更新を停止したり、ループゲインを下げる(感度を下げる)等の処理を行う。なお、図5のフローチャートにおいては、周波数補正部32の動作(ステップS103)と位相補正部

$$\Delta f = (m \times 180^\circ) / 360^\circ \times f_{\text{sym}} / S \quad \dots (2)$$

f_{sym} : シンボル周波数(変調速度) [Hz]

S : キャリア同期補助信号挿入周期 [シンボル]

m : 任意の整数($\pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$)

例えば、シンボル周波数が20Mbaud、周期が207シンボルの場合、図21に示すように、各周波数で疑似同期となりうる。

【0170】以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第2の実施形態に係る復調装置について説明する。図22は、請求項10、37、41に対応す

*34の動作(ステップS104)とをそれぞれ個別のステップで記載したが、ステップS103において位相補正部34が動作していても何ら問題はない(以下、各実施形態におけるステップS103の処理においても同様)。

【0166】以上のように、本発明の第1の実施形態に係る復調装置によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、バケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含むBPSKを用いて搬送波再生を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。また、入力周波数誤差が大きいつきでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができる。

【0167】(第2の実施形態)本発明の第2の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。そこで、BPSK変調されたキャリア同期補助信号を用いて位相補正する場合の疑似同期について、まず説明する。

【0168】疑似同期とは、変調装置におけるキャリア同期補助信号の挿入周期が一定で(図2を参照)、位相補正部34への入力周波数誤差が、キャリア同期補助信号の挿入周期で位相が180度 $\times m$ (m は、0以外の任意の整数)回転する周波数であった場合、位相補正部34がキャリア同期補助信号周期で本来の位相誤差を識別できなくなり、異なった位相で同期してしまうというものである。例えば、図20に示すように、周波数ずれによってキャリア同期補助信号挿入周期(図中①→②)で位相が180度回転している場合(図中A)、位相補正部34における位相誤差検出では、キャリア同期補助信号挿入周期(図中①→②)での位相の変化を検出することができず、この場合、それぞれの時刻(図中①、②)で角度 β の位相誤差を検出するだけとなる(図中B)。

【0169】位相補正部34は、このように検出された位相誤差信号に基づいて位相補正を行うことにより、周波数誤差があるものにもかかわらず疑似的にキャリア同期となり、定常の復調動作に移行して安定してしまう。その疑似同期となる周波数 Δf は、下記式(2)に示すようになる。

る、本発明の第2の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図22において、第2の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、周波数引き込み検出部42と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図23は、第2の実施形態に係る復調装置が行う動

作を示すフローチャートである。

【0171】図22に示すように、第2の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、周波数補正部32における周波数引き込み状態を検出する周波数引き込み検出部42をさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成である。なお、第2の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図23において図5と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0172】まず、図24を参照して、周波数引き込み検出部42の動作を説明する。図24は、図22の周波数引き込み検出部42のさらに詳細な構成を示すブロック図である。図24において、周波数引き込み検出部42は、遅延検波部421aと位相誤差検出部421bとで構成される周波数誤差検出部421と、切替部422と、定数発生部423と、加算器424aと遅延部424bと切替部424cと定数発生部424dとで構成される積分部424と、タイミング発生部425と、絶対値化部427と、周波数引き込み判定部426とを備える。

【0173】帯域制限フィルタ33が出力する信号は、遅延検波部421aに入力される。遅延検波部421aは、他の遅延検波部と同様、現在のn相PSK変調信号と、その1シンボル前のn相PSK変調信号の複素共役信号との複素乗算を行い、遅延検波出力を算出する。この遅延検波出力の算出式は、上記式(1)に示したとおりである。そして、位相誤差検出部421bは、上述したように、周波数ずれが無い場合の●印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を周波数誤差として検出する(図14を参照)。

【0174】この位相誤差検出部421bで検出した周波数誤差は、切替部422を介して加算器424aに入力され、ある一定期間毎に周波数誤差の平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているフレーム同期信号/TMC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間における周波数補正部32での周波数引き込み検出を行うため、タイミング生成部36*40

$$\Delta f = 1/2 \times 180^\circ / 360^\circ \times f_{sym} / S \quad \dots (3)$$

f_{sym} : シンボル周波数(変調速度) [Hz]

S : キャリア同期補助信号挿入周期 [シンボル]

【0176】次に、図25を参照して、位相補正部34Aの動作を説明する。図25は、位相補正部34Aのさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。図25に示すように、位相補正部34Aは、位相補正部34の構成に、位相誤差保持部342において切替部342hと定数発生部342iとをさらに加えた構成である。なお、図25において、図18と同一の参照番号を付して

*が出力するタイミング信号(図6(c)または(d))を用いて切替部422の切替えを行う。この切替部422は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間(図6(c)または(d)においてHiレベル期間)に位相誤差検出部421bが出力する周波数誤差を積分部424に入力し、それ以外の期間には、定数発生部423が発生する「定数0」を積分部424に入力するように切替えを行う。タイミング発生部425は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部424cを制御する。積分部424は、タイミング発生部425が発生するタイミングパルスに従って、加算器424aの入力を遅延部424bのフィードバック出力または定数発生部424dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した周波数誤差を出力する。積分部424が出力する平均化周波数誤差は、絶対値化部427において正の値に変換された後、周波数引き込み判定部426へ出力される。周波数引き込み判定部426は、絶対値化部427が出力する正の値の平均化周波数誤差を入力し、タイミング発生部425がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化周波数誤差が予め定めたいきい値を下回るか否かによって周波数引き込みを判定する(ステップS201)。そして、この判定の結果、平均化周波数誤差が予め定めたいきい値を下回った場合、周波数引き込み判定部426は、周波数引き込みがされた、すなわち周波数補正部32が位相補正部34において疑似同期しない周波数まで周波数補正されたと判断し、位相補正部34を再動作させるように、位相補正部34をリセットする信号を出力する。

【0175】ここで、周波数引き込み判定部426におけるしきい値については、位相補正部34が疑似同期しない周波数まで周波数補正部32が周波数補正できたかどうかを判定できるように予め設定すればよい。なお、疑似同期となる周波数は、上記式(2)に示したとおりである。例えば、シンボル周波数が20Mbaud、周期が207シンボルである場合、図21に示すように疑似同期周波数があり、また、それぞれの疑似同期周波数を中心に位相補正部34の引き込み周波数範囲が存在するため、周波数引き込み判定部426におけるしきい値としては、下記式(3)で表す周波数 Δf 以下に設定することが望ましい。

ある構成部分は、同一の動作を行う構成部分であるため、その説明を省略する。

【0177】周波数引き込み判定部426が出力するリセット信号は、位相誤差保持部342の保持部342fおよび切替部342hに入力される。保持部342fは、リセット信号に基づいて、直接系における位相誤差信号を初期化する。切替部342hは、リセット信号に基づいて、加算器342cへのフィードバック信号を定数発生部342iが出力する「定数0」に切り替えるこ

とで、積分系における位相誤差信号を初期化する。これにより、位相補正部34Aにおいて、リセット動作後に位相誤差保持部342へ入力される位相誤差信号に対して、すなわち、疑似同期が発生しない周波数にまで周波数補正がなされた周波数補正部32の出力信号において、新たに位相補正が行われる（ステップS202）。その後、定常の復調処理に移行する（ステップS105）。

【0178】なお、図26に示すように、数値制御発振部343においても切替部343eと定数発生部343fとを設け、上記切替部342hおよび定数発生部342iと同様の動作を並行して行ってもよい。このように並行してリセット動作を行うことで、より確実に初期化を行うことができる。

【0179】以上のように、本発明の第2の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部42を設け、周波数補正部32において位相補正部34Aが疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0180】なお、第2の実施形態に係る復調装置において、周波数引き込み検出部42は、遅延検波を用いているため、周波数補正部32以降であれば、その設置位置としては、周波数補正部32の出力、帯域制限フィルタ33の出力、または位相補正部34Aの出力であれば、特に制限するものではない。また、周波数引き込み検出部42の周波数誤差検出部421は、周波数補正部32の周波数誤差検出部321と同様の機能を有しているので、双方の周波数誤差検出部を共用化することも可能である。共用化した場合、回路規模の削減を図ることができる。

【0181】（第3の実施形態）本発明の第3の実施形態に係る復調装置は、上述した第2の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第3の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0182】図27は、請求項11、37、42に対応する、本発明の第3の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図27において、第3の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図28は、第3の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフ

ローチャートである。

【0183】図27に示すように、第3の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、位相同期検出部43と誤り訂正検出部44と疑似同期判定部45とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成である。なお、第3の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第2の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図28において図5と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0184】まず、位相同期検出部43の動作を説明する。チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第1の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップS301）、位相同期検出部43へ入力される。位相同期検出部43は、入力される補正後の信号に対して、BPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみの位相同期／位相非同期の検出を行う。この位相同期検出部43としては、具体的な構成の実施例が2つ考えられる。以下、これらの2つの実施例を順に説明する。

【0185】（位相同期検出部43の実施例1）図29は、位相同期検出部43の実施例1の構成を示すブロック図である。図29において、位相同期検出部43は、位相誤差検出部431と、絶対値化部432と、切替部433と、定数発生部434と、加算器435aと遅延部435bと切替部435cと定数発生部435dとで構成される積分部435と、タイミング発生部436と、位相同期判定部437とを備える。

【0186】位相補正部34Aが出力する信号は、位相誤差検出部431に入力される。位相誤差検出部431は、上述したように、位相ずれが無い場合の○印を受信側の基準として、位相ずれのある場合の×印との位相差を位相誤差 $\Delta\phi$ 〔度〕として検出する（図19を参照）。位相誤差検出部431で検出した位相誤差 $\Delta\phi$ は、絶対値化部432において正の値 $|\Delta\phi|$ に変換される。そして、絶対値化部432が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ は、切替部433を介して加算器435aに入力され、ある一定期間毎に位相誤差 $|\Delta\phi|$ の平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみに位相同期検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6（d））を用いて切替部433の切替えを行う。この切替部433は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6（d）においてHレベル期間）に絶対値化部432が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ を積分部435に入力し、それ以外の期間には、定数発生部434が発生する「定数0」を積分部435に入力するように切替えを行う。タイミング発生部436

は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部435cを制御する。積分部435は、タイミング発生部436が発生するタイミングパルスに従って、加算器435aの入力を遅延部435bのフィードバック出力または定数発生部435dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した位相誤差 $|\Delta\phi|$ を出力する。位相同期判定部437は、積分部435が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部436がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回るか否かによって位相同期を判定する（ステップS302）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回った場合、位相同期判定部437は、位相同期がとれたと判断し、当該結果を疑似同期判定部45に対して出力する。

【0187】ここで、位相同期判定部437におけるしきい値については、復調装置の使用目的または特性等に応じて任意に設定することができるが、例えば、全く位相同期がはずれているとき（疑似同期もしていないとき）は、図31（a）に示すように位相回転が残留し、360度全体に渡ってシンボルが同じ確率で存在することになるため、絶対値化部432において正の値（第1象限）化を行った後、その位相誤差の平均値となる45度、若しくはそれ以下に設定すればよい（図31（b））。

【0188】（位相同期検出部43の実施例2）図30は、位相同期検出部43の実施例2の構成を示すブロック図である。図30において、位相同期検出部43は、絶対値化部432A、432Bと、比較部438と、切替部433と、定数発生部434と、加算器435aと遅延部435bと切替部435cと定数発生部435dとで構成される積分部435と、タイミング発生部436と、位相同期判定部437とを備える。

【0189】位相補正部34Aが出力する信号は、I（同相）成分信号が絶対値化部432Aへ、Q（直交）成分信号が432Bへそれぞれ入力される。絶対値化部432Aは、入力したI成分信号を正の値 $|I|$ に変換する。絶対値化部432Bは、入力したQ成分信号を正の値 $|Q|$ に変換する。比較部438は、絶対値化部432Aが変換した値 $|I|$ と絶対値化部432Bが変換した値 $|Q|$ とを入力し、双方の値を比較して $|I| > |Q|$ の場合に比較値「1」を、 $|I| \leq |Q|$ の場合に比較値「0」を出力する。比較部438が出力する比較値は、切替部433を介して加算器435aに入力され、ある一定期間毎に平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにおいて位相同期検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6（d））を用いて切替部433の切替えを行う。この切替部433は、タイミング信号のBPSK変調信号の期

間（図6（d）においてHiレベル期間）に比較部438が出力する比較値を積分部435に入力し、それ以外の期間には、定数発生部434が発生する「定数0」を積分部435に入力するように切替えを行う。タイミング発生部436は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部435cを制御する。積分部435は、タイミング発生部436が発生するタイミングパルスに従って、加算器435aの入力を遅延部435bのフィードバック出力または定数発生部435dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した比較値を出力する。位相同期判定部437は、積分部435が出力する平均化比較値を入力し、タイミング発生部436がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化比較値が予め定めたしきい値を下回るか否かによって位相同期を判定する（ステップS302）。そして、この判定の結果、平均化比較値が予め定めたしきい値を下回った場合、位相同期判定部437は、位相同期がとれたと判断し、当該結果を疑似同期判定部45に対して出力する。

【0190】ここで、位相同期判定部437におけるしきい値については、復調装置の使用目的または特性等に応じて任意に設定することができるが、例えば、全く位相同期がはずれているとき（疑似同期もしていないとき）は、図31（a）に示すように位相回転が残留し、360度全体に渡ってシンボルが同じ確率で存在することになるため、 $|I| > |Q|$ の領域に入る確率が $1/2$ となるので、積分部435で行った積分回数の過半数、若しくはそれ以下に設定すればよい（図31（b））。

【0191】次に、誤り訂正検出部44の動作について説明する。誤り訂正検出部44は、第2の誤り訂正部38が誤り訂正の過程で出力する誤り訂正不可を表す信号および誤り残留を表す信号を入力する。そして、誤り訂正検出部44は、TMCC信号に対して正しい誤り訂正が施されているか否かを検出し（ステップS303）、この検出の結果を疑似同期判定部45に対して出力する。

【0192】次に、図32を参照して、疑似同期判定部45の動作を説明する。位相同期検出部43の検出結果および誤り訂正検出部44の検出結果は、疑似同期判定部45に入力される。疑似同期判定部45は、まず、位相同期検出部43の判定結果から位相同期がとれたか否かを判断する。この判断で位相同期がとれている場合、疑似同期判定部45は、次にこの位相同期が正常同期か疑似同期かを誤り訂正部44の判定結果から判断する。このように、判断する理由は以下のようなものである。

【0193】位相同期検出部43では、位相非同期については確実に判断できるが、キャリア同期補助信号の期間のみで位相同期を判断しているため、位相同期がとれていてもその同期が正常同期なのか疑似同期なのかまで

は判断できない。例えば、受信信号がキャリア同期補助信号の挿入間隔で位相が180度回る周波数ずれを起こしている場合、キャリア同期補助信号の期間のみの位相同期判断では、図32(a)に示すように、見かけ上同期がとれていると判断されてしまうのである(すなわち、疑似同期)。一方、疑似同期の場合、TMCC信号期間における位相補正部34Aの出力信号は、図32(b)に示すように、大きく位相が回転しているため(図中矢印)、第2の誤り訂正部38で訂正しきれないビット誤り(図中網掛け部分)が含まれていることになる。従って、第2の誤り訂正部38がTMCC信号に対して正常に誤り訂正できたかどうかを検出することで、疑似同期であることが判断できるのである。

【0194】このように、疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果によって位相の同期/非同期を判断し、誤り訂正検出部44の検出結果によって正常同期/疑似同期を判断している。この判断手法を下記表1に示す。

【表1】

位相同期検出部43の 検出結果 (キャリア同期補助信号期 間の同期)	誤り訂正検出部44の 検出結果 (TMCC信号期間の誤り 訂正の可否)	判定
同期あり	誤り訂正可	正常同期
同期あり	誤り訂正不可	疑似同期
同期なし	—	非同期

【0195】そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し(ステップS105)、疑似同期であると判断した場合は位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットする信号を出力する(ステップS304)。このリセット信号は、例えば、位相補正部34Aを動作させるのに十分なパルス信号等、任意に設定することができる。

【0196】この疑似同期判定部45が出力するリセット信号に基づいて、位相補正部34Aが行うリセット動作は、上記第2の実施形態で述べたものと同様であり、ここでの説明は省略するが、リセット動作を指示する目的がそれぞれ異なる。すなわち、上記第2の実施形態においては、周波数補正が正常に行われた後に位相補正動作を開始するための初期化動作としてのリセット動作の指示であり、本第3の実施形態においては、最終結果として正常同期がされていない場合に再度位相補正をやり直させるためのリセット動作の指示である。

【0197】以上のように、本発明の第3の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正部3

4Aをリセットして再動作させる。これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0198】なお、位相同期検出部43において、上記実施例1を用いた場合、その中に含まれる位相誤差検出部431は位相補正部34Aに含まれる位相誤差検出部341と同様の機能を有しているので、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。

10 【0199】(第4の実施形態)本発明の第4の実施形態に係る復調装置は、上述した第2および第3の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第4の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0200】図33は、請求項12、37、43に対応する、本発明の第4の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図33において、第4の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、第1の位相同期検出部43Aと、第2の位相同期検出部43Bと、疑似同期判定部45と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

30 【0201】図33に示すように、第4の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、第1の位相同期検出部43Aと第2の位相同期検出部43Bと疑似同期判定部45とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成であり、また、上記第3の実施形態に係る復調装置に対して、位相同期検出部43を第1の位相同期検出部43Aに、誤り訂正検出部44を第2の位相同期検出部43Bに代えた構成となる。なお、第4の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1～第3の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第4の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第3の実施形態において図28で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

40 【0202】以下、第4の実施形態に係る復調装置が上記第3の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。まず、タイミング生成部36は、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、フレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のタイミング信号(図6(c)を参照)、およびキャリア同期補助信号の期間のみのタイミング信号(図6(d)を参照)を生成する

他に、フレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号(図34)を生成する。このフレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号は、第2の位相同期検出部43Bへ出力される。

【0203】第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bは、上記第3の実施形態で述べた構成(図29または図30)と同様である。第1の位相同期検出部43Aにおいては、切替部433の制御にキャリア同期補助信号の期間のみのタイミング信号が用いられ、周波数補正および位相補正後の信号に対し当該期間における位相の同期/非同期の検出が行われる(図28, ステップS302)。第2の位相同期検出部43Bにおいては、切替部433の制御にフレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号が用いられ、周波数補正および位相補正後の信号に対し当該期間における位相の同期/非同期の検出が行われる(図28, ステップS303)。そして、第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bは、位相同期がとれたか否かの検出結果を疑似同期判定部45へそれぞれ出力する。

【0204】疑似同期判定部45は、第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bの検出結果に基づいて、下記表2に示す判断を行い、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し(図28, ステップS105)、疑似同期であると判断した場合は位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットする信号を出力する(図28, ステップS304)。

【表2】

第1の位相同期検出部 43Aの検出結果 (キャリア同期補助信号の 期間の同期)	第2の位相同期検出部 43Bの検出結果 (TMCC信号の期間の同期)	判定
同期あり	同期あり	正常同期
同期あり	同期なし	疑似同期
同期なし	—	非同期

【0205】なお、上記判断の理由は、上述した第2の誤り訂正部38における場合と同様の理由であって、すなわち、第1の位相同期検出部43Aでは、キャリア同期補助信号の期間で位相同期を検出しているため、疑似同期時でも図35(a)に示すように見かけ上同期がとれているが、一方、第2の位相同期検出部43Bでは、フレーム同期信号/TMCC信号の期間で位相同期を検出しているので、疑似同期時では図35(b)に示すように大きく位相が回転し(図中矢印)、位相同期が取れていないと判断できるからである。従って、この位相非同期を検出することで、疑似同期であることが判断できるのである。

【0206】以上のように、本発明の第4の実施形態に

係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出を行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0207】なお、第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bにおいて、上記実施例1を用いた場合、その中に含まれる位相誤差検出部431は位相補正部34Aに含まれる位相誤差検出部341と同様の機能を有しているため、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。

【0208】(第5の実施形態)本発明の第5の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第4の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。ただし、上記第2～第4の実施形態に係る復調装置が位相補正部を制御しているのに対し、第5の実施形態に係る復調装置は、疑似同期している周波数がわかっている(上述したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とによって一義的に決定される)ことを利用して周波数補正部を制御する。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第5の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0209】図36は、請求項13, 37, 39, 44, 65に対応する、本発明の第5の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図36において、第5の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図37は、第5の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0210】図36に示すように、第5の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、位相同期検出部43と誤り訂正検出部44と疑似同期判定部45と周波数ステップ部46とをさらに加え、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代えた構成であり、また、上記第3の実施形態に係る復調装置に対して、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代え、位相補正部34Aを位相補正部34に戻し、さらに周波数ステップ部46を加えた構成となる。なお、第5の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および

第3の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図37において、図5および図28と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0211】以下、第5の実施形態に係る復調装置が上記第3の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。まず、疑似同期判定部45の動作を説明する。上述したように、疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果と誤り訂正検出部44の検出結果とに基づいて、位相同期が正常同期か疑似同期かを判断する。そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し（ステップS105）、疑似同期であると判断した場合は周波数ステップ部46に対してステップ動作を行わせる信号（信号形態としては、上述したリセット信号と同様である）を出力する（ステップS401）。

【0212】ここで、疑似同期判定部45において、ステップ動作を行わせる信号を生成する手法を図38を用いて説明する。図38は、疑似同期判定部45の構成の一例を示すブロック図である。図38において、疑似同期判定部45は、論理和（OR）回路451と、カウンタ452と、パルス出力部453とを備える。

【0213】疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果をカウンタ452の入力端子に、誤り訂正検出部44の検出結果をOR回路451の一方の端子に inputs。カウンタ452は、位相同期検出部43の検出結果がHiである期間を計数し、OR回路451の出力がHiとなれば計数したカウント値をクリアする。パルス出力部453は、カウンタ452が出力するカウント値が予め定めた値に達したか否かを判断し、達した場合にステップ動作の指示となるパルス信号を出力する。また、このパルス信号は、OR回路451の他方の端子にフィードバック入力され、パルス信号の出力と同時にカウンタ452のカウント値をクリアする。これにより、正常同期である（すなわち、位相同期が検出されてカウンタ452が計数を開始するが、カウント値が予め定めた値に達するまでに誤り訂正が完了したことを検出した）場合は、パルス信号は出力されず、位相同期しているが疑似同期である（すなわち、位相同期が検出されてカウンタ452が計数を開始するが、誤り訂正が完了せずカウント値が予め定めた値に達した）場合は、パルス信号が出力される。

【0214】次に、図39～図41を用いて、周波数ステップ部46の動作を説明する。図39は、周波数ステップ部46の構成の一例を示すブロック図である。図40は、周波数ステップ部46で生成される各信号波形を示す図である。図41は、周波数ステップ部46の動作原理を示す図である。図39において、周波数ステップ

部46は、排他的論理和（XOR）回路461aと遅延部461bと論理積（AND）回路461cとで構成される制御信号生成部461と、第1の定数発生部462と、第2の定数発生部463と、切替部464と、積分部465と、負符号化部466と、切替部467とを備える。

【0215】疑似同期判定部45が出力するパルス信号（図40（a））は、XOR回路461aとAND回路461cにそれぞれ入力される。XOR回路461aは、このパルス信号と遅延部461bを介してフィードバック入力される信号との排他的論理和をとり、制御信号B（図40（c））を生成して出力する。AND回路461cは、パルス信号と制御信号Bとの論理積をとり、制御信号A（図40（b））を生成して出力する。切替部464は、制御信号AがHiレベルのときに第1の定数発生部462が発生する定数Fg（数値制御発振部323の発振周波数が疑似同期周波数間隔（fg）だけ変化する数値）を、制御信号AがLoレベルのときに第2の定数発生部463が発生する「定数0」を、積分部465へ出力するように切替える。積分部465は、入力する数値の累積加算を行い出力する。切替部467は、制御信号BがHiレベルのときに積分部465が出力する信号をそのまま、制御信号BがLoレベルのときに積分部465が出力する信号を負符号化部466により負の値に変換して、出力するように切替える。よって、周波数ステップ部46は、パルス信号（図40（a））がHiレベルになることに、図40（d）で示す周波数信号、すなわち、 $+Fg$ 、 $-Fg$ 、 $+2Fg$ 、 $-2Fg$ 、…を順に出力する。

【0216】このような、順序（ステップ）で周波数を出力する理由を、図41を参照して説明する。なお、図41は、周波数fg=48.3kHzであって周波数96.6kHzで疑似同期している場合を示している。上記第2の実施形態において説明したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とから、疑似同期が発生する周波数の間隔fgを求めることができる。すなわち、疑似同期は、正常同期の周波数 $\pm m \cdot fg$ （mは、0以外の整数）の周波数で発生しているといえる。従って、この周波数fgを元に、周波数ステップ部46で $+Fg$ 、 $-Fg$ 、 $+2Fg$ 、 $-2Fg$ 、…を算出し、それに基づいて周波数補正部32Aをその周波数が $+fg$ 、 $-fg$ 、 $+2fg$ 、 $-2fg$ 、…と変化するよう制御して、位相補正部34において位相同期できる周波数に強制的にずらしてやることで、最終的に正常な位相同期にたどりつけるのである（図41）。

【0217】本第5の実施形態における復調装置は、この位相補正部34における位相同期の周波数を周波数補正部32Aにおいて強制的にずらしている。以下、周波数補正部32Aの動作を図36を用いて説明する。図36において、周波数補正部32Aは、周波数誤差検出部

321と、周波数誤差保持部322と、加算器325と、数値制御発振部323と、複素乗算部324とを備える。

【0218】図36で示すように、周波数補正部32Aは、図17の周波数補正部32に加算器325をさらに加えた構成である。周波数誤差保持部322の出力信号および周波数ステップ部46から出力される周波数ステップ制御信号は、加算器325に入力される。加算器325は、入力される双方の信号を加算することで、数値演算発振部(NCO)323の発振周波数を強制的にずらす。以降、このずらした周波数において、再び位相補正を行う(ステップS401, S104)。

【0219】以上のように、本発明の第5の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間におけるビット誤りの有無の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34における疑似同期の回避が可能になる。

【0220】(第6の実施形態)本発明の第6の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第5の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。ただし、上記第2～第4の実施形態に係る復調装置が位相補正部を制御しているのに対し、第6の実施形態に係る復調装置は、上記第5の実施形態と同様、疑似同期している周波数がわかっている(上述したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とによって一義的に決定される)ことを利用して周波数補正部を制御する。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第6の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0221】図42は、請求項14, 37, 39, 45, 65に対応する、本発明の第6の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図42において、第6の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、第1の位相同期検出部43Aと、第2の位相同期検出部43Bと、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0222】図42に示すように、第6の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、第1の位相同期検出部43Aと第2の位相同期検出部43Bと疑似同期判定部45と周波数ステップ部46とを

さらに加え、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代えた構成であり、また、上記第4の実施形態に係る復調装置に対して、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代え、位相補正部34Aを位相補正部34に戻し、さらに周波数ステップ部46を加えた構成となる。なお、第6の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第4の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第6の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第5の実施形態において図37で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0223】以下、第6の実施形態に係る復調装置が上記第4の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。上述したように、疑似同期判定部45は、第1の位相同期検出部43Aの検出結果と第2の位相同期検出部43Bの検出結果とに基づいて、位相同期が正常同期か疑似同期かを判断する。そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し(ステップS105)、疑似同期であると判断した場合は周波数ステップ部46に対してステップ動作を行わせる信号(信号形態としては、上述したリセット信号と同様である)を出力する(ステップS401)。なお、疑似同期判定部45において、ステップ動作を行わせる信号を生成する手法および疑似同期判定部45の構成は、上記第5の実施形態において説明したのでここでの説明は省略する。

【0224】周波数ステップ部46は、上記第5の実施形態において説明したように、パルス信号(図40(a))がHiレベルになることに、図40(d)で示す周波数信号、すなわち、 $+F_g$, $-F_g$, $+2F_g$, $-2F_g$, ...を順に出力する。そして、周波数ステップ部46は、出力する周波数ステップ制御信号を周波数補正部32Aの加算器325に入力する。加算器325は、入力される周波数ステップ制御信号を周波数誤差保持部322の出力信号に加算することで、数値演算発振部(NCO)323の発振周波数を強制的にずらす。以降、このずらした周波数において、再び位相補正を行う(ステップS401, S104)。

【0225】以上のように、本発明の第6の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34における疑似同期の回避が可能になる。

【0226】（第7の実施形態）本発明の第7の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第6の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。この第7の実施形態に係る復調装置は、上記第2の実施形態で行う位相補正部の制御と、上記第5の実施形態で行う周波数補正部の制御とを行うものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第7の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0227】図43は、請求項15、37、39、46、65に対応する、本発明の第7の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図43において、第7の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、周波数引き込み検出部42と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0228】図43に示すように、第7の実施形態に係る復調装置は、上記第2の実施形態に係る復調装置と、上記第5の実施形態に係る復調装置とを合成した構成となる。従って、第7の実施形態に係る復調装置の構成は、上記第2および第5の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、同一の参照番号を付してその説明を省略する。ただし、処理ステップの順序が多少異なるので、以下、第7の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップを、図44を用いて説明する。

【0229】復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部31に入力される信号に対し、まず、フレーム同期検出部35においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップS101）。フレーム同期検出部35が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部36に入力される。復調装置は、タイミング生成部36において、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号／TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図6（c）に示すような当該期間に応じたBPSKタイミング信号を生成する（ステップS102）。なお、図6（d）に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じたBPSKタイミング信号であってもよい。このBPSKタイミング信号（図6（c））は、周波数補正部32A、位相補正部34A、周波数引き込み検出部42へ出力される。また、位相同期検出部43へは、図6（d）に示すキャリア同期補助信号の期間を与える信号が出力される。

【0230】次に、復調装置は、周波数補正部32Aにおいて、BPSKタイミング信号の期間について周波数

誤差の補正を行う（ステップS103）。そして、復調装置は、周波数引き込み検出部42において、周波数補正後の信号について平均化周波数誤差を算出し、周波数引き込み状態を判定する（ステップS201）。復調装置は、このステップS201の判定において、周波数引き込みがされていないと判断した場合、上記ステップS103に戻って再び周波数誤差の補正処理を行い、一方、周波数引き込みがされていると判断した場合、位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットした後（ステップS304）、新たに位相誤差の補正処理を行う（ステップS104）。

【0231】上記一連の周波数誤差および位相誤差の補正処理が終了すると、復調装置は、疑似同期判定部45において、位相同期検出部43で検出したキャリア同期補助信号期間の位相同期状態と、誤り訂正検出部44で検出したTMCC信号の誤り訂正の可否の検出結果とに基づいて、現状態が正常同期、疑似同期および非同期のいずれかであるかを判断する（ステップS302、S303）。そして、復調装置は、このステップS302、S303において、状態が非同期であると判断した場合、上記ステップS104に戻って再び位相誤差の補正処理を行い、状態が疑似同期であると判断した場合、周波数ステップ部46により周波数補正部34Aにおける発振周波数をステップさせた後（ステップS401）、上記ステップS104に戻って再び位相誤差の補正処理を行う。一方、復調装置は、上記ステップS302、S303において、状態が正常同期であると判断した場合、そのまま定常の復調処理に移行する（ステップS105）。

【0232】以上のように、本発明の第7の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部42を設け、周波数補正部32Aにおいて位相補正部34Aが疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。さらに、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間におけるビット誤りの有無の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断して、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34Aで正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0233】（第8の実施形態）本発明の第8の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第7の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。この第8の実施形態に係る復調装置は、上記第2の実施形態で行う位相補正部の制御と、上記第6の実施形態で行う周波数補正部の制御とを行うものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明

の第 8 の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0234】図 45 は、請求項 16、37、39、47、65 に対応する、本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図 45 において、第 8 の実施形態に係る復調装置は、直交検波部 31 と、周波数補正部 32 A と、帯域制限フィルタ 33 と、位相補正部 34 A と、フレーム同期検出部 35 と、タイミング生成部 36 と、周波数引き込み検出部 42 と、第 1 の位相同期検出部 43 A と、第 2 の位相同期検出部 43 B と、疑似同期判定部 45 と、周波数ステップ部 46 と、第 1 の誤り訂正部 37 と、第 2 の誤り訂正部 38 と、ビデオデコーダ 39 と、TMCC デコーダ 40 と、BER 測定部 41 とを備える。

【0235】図 45 に示すように、第 8 の実施形態に係る復調装置は、上記第 2 の実施形態に係る復調装置と、上記第 6 の実施形態に係る復調装置とを合成した構成となる。従って、第 8 の実施形態に係る復調装置の構成は、上記第 2 および第 6 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第 8 の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第 7 の実施形態に係る復調装置と基本的に同様であり、フローチャートは省略するが、図 44 を参照して以下に説明する。

【0236】復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部 31 に入力される信号に対し、まず、フレーム同期検出部 35 においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップ S101）。フレーム同期検出部 35 が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部 36 に入力される。復調装置は、タイミング生成部 36 において、フレーム同期検出部 35 で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1 通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図 6（c）に示すような当該期間に応じた BPSK タイミング信号を生成する（ステップ S102）。なお、図 6（d）に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じた BPSK タイミング信号であってもよい。この BPSK タイミング信号（図 6（c））は、周波数補正部 32 A、位相補正部 34 A、周波数引き込み検出部 42 へ出力される。また、第 1 の位相同期検出部 43 A へは、図 6（d）に示すキャリア同期補助信号の期間を与える信号が、第 2 の位相同期検出部 43 B へは、図 34 に示すフレーム同期信号/TMCC 信号の期間を与える信号が出力される。

【0237】次に、復調装置は、周波数補正部 32 A において、BPSK タイミング信号の期間について周波数誤差の補正を行う（ステップ S103）。そして、復調装置は、周波数引き込み検出部 42 において、周波数補正後の信号について平均化周波数誤差を算出し、周波数引き込み状態を判定する（ステップ S201）。復調装置は、このステップ S201 の判定において、周波数引

き込みがされていないと判断した場合、上記ステップ S103 に戻って再び周波数誤差の補正処理を行い、一方、周波数引き込みがされていると判断した場合、位相補正部 34 A に対して位相補正動作をリセットした後（ステップ S304）、新たに位相誤差の補正処理を行う（ステップ S104）。

【0238】上記一連の周波数誤差および位相誤差の補正処理が終了すると、復調装置は、疑似同期判定部 45 において、第 1 の位相同期検出部 43 A で検出したキャリア同期補助信号期間の位相同期状態と、第 2 の位相同期検出部 43 B で検出した TMCC 信号期間の位相同期状態とに基づいて、現状態が正常同期、疑似同期および非同期のいずれかであるかを判断する（ステップ S302、S303）。そして、復調装置は、このステップ S302、S303 において、状態が非同期であると判断した場合、上記ステップ S104 に戻って再び位相誤差の補正処理を行い、状態が疑似同期であると判断した場合、周波数ステップ部 46 により周波数補正部 34 A における発振周波数をステップさせた後（ステップ S401）、上記ステップ S104 に戻って再び位相誤差の補正処理を行う。一方、復調装置は、上記ステップ S302、S303 において、状態が正常同期であると判断した場合、そのまま定常の復調処理に移行する（ステップ S105）。

【0239】以上のように、本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部 42 を設け、周波数補正部 32 A において位相補正部 34 A が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部 34 A をリセットして再動作させる。さらに、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC 信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断して、疑似同期の場合には、周波数補正部 32 A の周波数を制御して位相補正部 34 A で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部 32 A による周波数引き込み過程等において、位相補正部 34 A における疑似同期の回避が可能になる。

【0240】（第 9 の実施形態）本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置は、上記第 1 の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。そこで、BPSK 変調されるフレーム同期信号/TMCC 信号およびキャリア同期補助信号を用いて位相補正する場合における復調信号の位相ジッタについて、まず説明する。

【0241】復調装置に入力される通信フレーム、すなわち位相変調信号は、主に衛星放送アンテナおよびチューナーの周波数変換に用いる局部発振周波信号の位相雑音に起因して、図 46 に示すように位相が微妙に変動している。この位相の変動を位相ジッタという。ところで、変調装置から送信されてくる通信フレームは、図 2

に示したように、BPSK変調されるフレーム同期信号／TMCC信号およびキャリア同期補助信号が分散して存在する。従って、復調装置においてこの信号の期間でキャリア同期を行うために、上記第1の実施形態で説明したように周波数補正部32および位相補正部34を、フレーム同期信号／TMCC信号期間、およびキャリア同期補助信号期間だけで動作させている。これにより、上記位相ジッタは、位相補正部34が動作する期間は補正されるが、それ以外の期間では補正されない。つまり、フレーム同期信号／TMCC信号期間、およびキャリア同期補助信号期間以外のBPSK、QPSKおよび8PSKで変調される主信号（高階層信号および低階層信号）の期間では、位相ジッタが補正されずに復調信号に位相ジッタが残留する。

【0242】このため、例えば、8PSK変調信号においては、図47に示すようにC/Nが低い（図中、網掛け円の部分が対応し、円が小さいとC/Nが高く大きいとC/Nが低いことを示す）場合、位相ジッタが残留していると位相補正部34の出力信号は各符号点を識別する位相境界線（図中点線で示す）を越える、つまり、符号誤りが生じてしまうことになる。

【0243】以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上する本発明の第9の実施形態に係る復調装置について説明する。図48は、請求項17、37、48に対応する、本発明の第9の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図48において、第9の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Bと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48と、ゲート信号選択部49と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図49は、第9の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0244】図48に示すように、第9の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、フレーム同期判定部47とC/N検出部48とゲート信号選択部49とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Bに代えた構成である。なお、第9の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図49において図5と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0245】まず、図50を参照して、フレーム同期判定部47の動作を説明する。図50は、フレーム同期判定部47の構成を示すブロック図である。図50において、フレーム同期判定部47は、位相識別部471と、

照合部472とを備える。チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第1の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップS103、S104）、位相補正部34Bから位相識別部471へ入力される。位相識別部471は、入力する信号の位相を識別する。照合部472は、位相識別部471が識別した信号について、予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレーム同期ができたか否かを検出して、その結果をゲート信号選択部49へ出力する（ステップS501）。

【0246】次に、図51を参照して、C/N検出部48の動作を説明する。図51は、C/N検出部48の構成を示すブロック図であり、位相誤差により等価的にC/Nを検出するものである。図51において、C/N検出部48は、位相誤差検出部481と、絶対値化部482と、切替部483と、定数発生部484と、加算器485aと遅延部485bと切替部485cと定数発生部485dとで構成される積分部485と、タイミング発生部486と、C/N高レベル判定部487とを備える。

【0247】チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第1の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップS103、S104）、位相補正部34Bから位相誤差検出部481へ入力される。位相誤差検出部481は、上述したように、位相ずれが無い場合の○印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を位相誤差 $\Delta\phi$ 〔度〕として検出する（図19を参照）。位相誤差検出部481で検出した位相誤差 $\Delta\phi$ は、絶対値化部482において正の値 $|\Delta\phi|$ に変換される。そして、絶対値化部482が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ は、切替部483を介して加算器485aに入力され、ある一定期間毎に位相誤差 $|\Delta\phi|$ の平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにてC/N検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6（d））を用いて切替部483の切替えを行う。この切替部483は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6（d）においてHiレベル期間）に絶対値化部482が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ を積分部485に入力し、それ以外の期間には、定数発生部484が発生する「定数0」を積分部485に入力するように切替えを行う。タイミング発生部486は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部485cを制御する。積分部485は、タイミング発生部486が発生するタイミングパルスに従って、加算器485aの入力を遅延部485bのフィードバック出力または定数発生部485dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した位相誤差 $|\Delta\phi|$ を出力する。C/N高レベル判定部487は、積分部485が出力する平

10

20

30

40

50

均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めたいきい値を下回るか否かによってC/Nが高いか低いかを判定する(ステップS502)。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めたいきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部487は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49に対して出力する。

【0248】ここで、C/N高レベル判定部487におけるしきい値については、低C/N時に位相数の多い変調方式を位相補正に用いることにより、位相補正部34Bにおける位相誤差検出部341が誤った位相誤差情報*

$$C/N = 20 \cdot \log(A/(D/2)) \text{ [dB]} \quad \dots (5)$$

C/N高レベルのしきい値は、8PSK期間で位相補正を行うかどうかを決定するものである。そこで、上記式(5)において、n相PSK符号間距離Dに8PSKの符号間距離を代入して求まる8.3dBが、C/N高レベルしきい値の目安となるものである。さて、図51におけるC/N検出部48は、位相誤差を絶対値化して等価的にC/Nを求めているものであり、この8.3dBに相当するC/N高レベル判定部487におけるしきい値は、8PSKの符号点において、隣り合う位相識別境界線(図47における点線)の角度差の1/2、すなわち11.25[度]となる。

【0249】次に、図52を参照して、ゲート信号選択部49の動作を説明する。図52は、ゲート信号選択部49の構成を示すブロック図である。図52において、ゲート信号選択部49は、AND回路491と、定数発生部492と、切替部493とを備える。

【0250】AND回路491の一方の入力端子には、フレーム同期判定部47が出力する判定結果が、他方の入力端子には、C/N検出部48が出力する検出結果が、それぞれ入力される。切替部493は、タイミング生成部36の出力信号であるBPSK変調信号期間のタイミング信号(図6(c)または(d))と定数発生部492が発生する「定数1(Hiレベル)」とを入力し、AND回路491が指示する信号に基づいて出力を切り替える。ここで、切替部493は、フレーム同期判定部47が出力する判定結果が「同期あり」、かつ、C/N検出部48が出力する検出結果が「C/Nが高い」である場合に「定数1」、すなわち、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示するゲート信号を出力し(ステップS503)、それ以外の結果の場合にはタイミング生成部36の出力信号、すなわち、BPSK期間のみで位相補正動作の実施を指示するゲート信号(図6(c)または(d))を出力する(ステップS504)のように切り替える。このゲート信号は、位相補正部34Bの位相誤差保持部342へ出力される。

【0251】次に、位相補正部34Bの動作を説明する。この位相補正部34Bは、上記第1の実施形態に係

*を出力することがないように、決定しなければならない。例えば、n相PSK符号間距離Dは、n相PSK信号の振幅をAとすると、下記式(4)のように示される。

$$D = 2 \cdot A \cdot \sin(\pi/n) \quad \dots (4)$$

この式(4)に基づくと、n相PSK符号間距離Dは、BPSK変調では $D = 2A$ と、QPSK変調では $D = \sqrt{2}A$ と、8PSK変調では $D = 2A \sin(\pi/8)$ となる。一般的に、図47に示すように、雑音の実効振幅値が符号間距離Dの1/2以下であれば、位相誤差検出部341は誤った位相誤差情報を出力しないと考えられ、このときのC/Nは、下記式(5)で表される。

る復調装置の位相補正部34に対し、位相誤差検出部341の構成のみが異なる。従って、以下、図53および図54を参照して、位相誤差検出部341の動作を説明する。図53は、位相誤差検出部341の構成を示すブロック図である。図53において、位相誤差検出部341は、BPSK位相誤差検出部341aと、8PSK位相誤差検出部341bと、切替部341dとを備える。図54は、BPSK位相誤差検出部341aおよび8PSK位相誤差検出部341bで行う位相誤差検出を説明する図である。

【0252】位相誤差を含んだ複素乗算部344の出力は、BPSK位相誤差検出部341aおよび8PSK位相誤差検出部341bの双方に入力される。BPSK位相誤差検出部341aは、BPSK変調軸(0度、180度)に対する位相誤差を検出する(図54(a))。8PSK位相誤差検出部341bは、8PSK変調軸(0度、45度、90度、135度、180度、225度、270度、315度)に対する位相誤差を検出する(図54(b))。切替部341dは、タイミング生成部36が出力するタイミング信号を用いて、タイミング信号期間(BPSK変調の期間)は、BPSK位相誤差検出部341aが検出した位相誤差を、それ以外の期間には、8PSK位相誤差検出部341b検出した位相誤差を位相誤差保持部342へ出力するように切り替える。

【0253】なお、位相誤差保持部342以降の動作は、上記第1の実施形態において説明したのと同様であるが、切替部342aおよび保持部342fを制御する信号として、タイミング生成部36が出力するタイミング信号(ゲート信号)ではなくゲート信号選択部49が出力するゲート信号を用いる(図48を参照)。

【0254】これにより、位相補正部34Bは、タイミング信号およびゲート信号に従って、C/Nの状態に基づいた位相補正を行うことができる(ステップS505)。その内容を下記表3に示す。なお、下記表3において「BPSK同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間(上記図6(c)のタイミング信号を用いた

場合)、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間 *している。
(上記図6(d)のタイミング信号を用いた場合)を示* 【表3】

位相同期 (フレーム同期判 定部47の出力)	C/N状態 (C/N検出部48 の出力)	位相補正の対象
なし	—	BPSK同期信号期間
あり	低	BPSK同期信号期間
	高	8PSKとみなして全主信号期間、 および、BPSK同期信号期間

【0255】以上のように、本発明の第9の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0256】なお、C/N検出部48における位相誤差検出部481は位相補正部34Bの位相誤差検出部341と同様の機能を有しているため、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。また、フレーム同期判定部47は、位相同期を判定する方法の一例であるため、フレーム同期判定部47の代わりに上記第3の実施形態で述べた位相同期検出部43を用いても同様の効果が得られる。

【0257】(第10の実施形態)本発明の第10の実施形態に係る復調装置は、上述した第9の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第10の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0258】図55は、請求項18、37、49に対応する、本発明の第10の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図55において、第10の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48Aと、ゲート信号選択部49Aと、復調モード切替部50と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図56は、第10の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0259】図55に示すように、第10の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置

10 に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とC/N検出部48Aとゲート信号選択部49Aと復調モード切替部50とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第9の実施形態に係る復調装置に対して、誤り訂正検出部44および復調モード切替部50をさらに加え、C/N検出部48をC/N検出部48Aに、ゲート信号選択部49をゲート信号選択部49Aに代えた構成となる。なお、第10の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第9の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図56において図5および図49と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0260】まず、誤り訂正検出部44の動作について説明する。誤り訂正検出部44は、第2の誤り訂正部38が誤り訂正の過程で出力する誤り訂正不可を表す信号および誤り残留を表す信号を入力する。そして、誤り訂正検出部44は、TMCC信号に対して正しい誤り訂正が施されているか否かを検出し、この検出の結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する(ステップS601)。

【0261】次に、図57を参照して、C/N検出部48Aの動作を説明する。図57は、C/N検出部48Aの構成を示すブロック図であり、位相誤差により等価的にC/Nを検出するものである。図57において、C/N検出部48Aは、位相誤差検出部481と、絶対値化部482と、切替部483と、定数発生部484と、加算器485aと遅延部485bと切替部485cと定数発生部485dとで構成される積分部485と、タイミング発生部486と、C/N高レベル判定部487と、C/N低レベル判定部488を備える。

【0262】図57に示すように、C/N検出部48Aは、上記第9の実施形態のC/N検出部48の構成に、C/N低レベル判定部488をさらに加えた構成である。C/N高レベル判定部487は、積分部485が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスを発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めた第1のしきい値を下回るか否かによってC/Nが高いかを判定する(ステップS502)。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めた第

1のしきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部487は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。一方、C/N低レベル判定部488は、積分部485が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスを発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めた第2のしきい値を上回るか否かによってC/Nが低いかを判定する(ステップS602)。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めた第2のしきい値を上回った場合、C/N高レベル判定部488は、C/Nが低いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。

【0263】ここで、例えば、C/N高レベル判定部487における第1のしきい値については、上述したように11.25[度]を目安に決定すればよい。また、C/N低レベルのしきい値は、BPSK期間のみで位相補正を行うかどうかを決定するものである。そこで、上記式(5)において、n相PSK符号間距離DにQPSKの符号間距離を代入して求まる3dBが、C/N低レベルしきい値の目安となるものである。この3dBに相当するC/N低レベル判定部488におけるしきい値は、QPSKの符号点において、隣り合う位相識別境界線の角度差の1/2、すなわち、22.5[度]となる。従って、この場合、C/N検出部48Aの出力は、下記表4のようになる。

【表4】

位相誤差	C/N高レベル判定出力	C/N低レベル判定出力	C/N判定
11.25deg以下	Hi	Lo	高
11.25deg~22.5deg	Lo	Lo	中
22.5deg以上	Lo	Hi	低

【0264】次に、図58を参照して、ゲート信号選択部49Aの動作を説明する。図58は、ゲート信号選択部49Aの構成を示すブロック図である。図58において、ゲート信号選択部49Aは、AND回路491、495と、定数発生部492と、切替部493、494と、OR回路496、497とを備える。

【0265】切替部493は、OR回路497を介してTMCCデコーダ40から入力される主信号のBPSK変調期間およびQPSK変調期間の双方の期間を与えるタイミング信号と、定数発生部492が発生する「定数1」とを入力し、C/N高レベル判定部487が出力する判定結果に基づいて出力を切り替える。切替部494は、TMCCデコーダ40から入力される主信号のBPSK変調期間のタイミング信号と切替部493が出力する信号とを入力し、C/N低レベル判定部488が出力する判定結果に基づいて出力を切り替える。ここで、切替部493および494は、C/N判定が「高」である場合は「定数1」すなわち、通信フレームの全期間にお

いて位相補正動作の実施を指示するゲート信号を(ステップS503)、C/N判定が「中」である場合は主信号のQPSKおよびBPSK変調期間のタイミング信号を(ステップS603)、C/N判定が「低」である場合は主信号のBPSK変調期間のタイミング信号(ステップS504)を出力するように切り替える。一方、AND回路491には、フレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果とが、それぞれ入力される。このAND回路491の出力は、上記切替部494が出力する信号とともにAND回路495に入力される。また、OR回路496は、AND回路495の出力とタイミング生成部36が出力するBPSKタイミング信号とを入力する。従って、AND回路491、495およびOR回路496によって、位相同期がとれて、かつ、TMCCが正しく訂正された場合だけ、切替部494の出力信号がゲート信号として出力され、それ以外の場合には、今までどおりBPSKタイミング信号(図6(c)または(d))がゲート信号として出力される。このゲート信号は、位相補正部34Cの位相誤差保持部342へ出力される。

【0266】次に、図59を参照して、復調モード切替部50の動作を説明する。図59は、復調モード切替部50が入力する各タイミング信号と出力する復調モード信号とを示す図である。復調モード切替部50は、タイミング生成部36からフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号(図59(b))と、TMCCデコーダ40から主信号QPSKタイミング信号(図59(c))、主信号BPSKタイミング信号(図59(d))とを入力する。復調モード切替部50は、これらの各タイミング信号に基づいて、BPSK変調信号の期間を示す第1の復調モード信号(図59(e))と、QPSK変調信号の期間を示す第2の復調モード信号(図59(f))とを生成し、位相誤差検出部341へ出力する。この第1および第2の復調モード信号は、位相誤差検出部341の復調モードを切り替えるのに用いられる。

【0267】次に、位相補正部34Cの動作を説明する。この位相補正部34Cは、上記第1の実施形態に係る復調装置の位相補正部34に対し、位相誤差検出部341の構成のみが異なる。従って、以下、図60および図61を参照して、位相誤差検出部341の動作を説明する。図60は、位相誤差検出部341の構成を示すブロック図である。図60において、位相誤差検出部341は、BPSK位相誤差検出部341aと、QPSK位相誤差検出部341bと、8PSK位相誤差検出部341cと、切替部341d、341eとを備える。図61は、BPSK位相誤差検出部341a、QPSK位相誤差検出部341bおよび8PSK位相誤差検出部341cで行う位相誤差検出を説明する図である。

【0268】位相誤差を含んだ複素乗算部344の出力

は、BPSK位相誤差検出部341a、QPSK位相誤差検出部341bおよび8PSK位相誤差検出部341cの各々に入力される。BPSK位相誤差検出部341aは、BPSK変調軸（0度、180度）に対する位相誤差を検出する（図61（a））。QPSK位相誤差検出部341bは、QPSK変調軸（45度、135度、225度、315度）に対する位相誤差を検出する（図61（b））。8PSK位相誤差検出部341cは、8PSK変調軸（0度、45度、90度、135度、180度、225度、270度、315度）に対する位相誤差を検出する（図61（c））。切替部341dは、復調モード切替部50が出力する第2の復調モード信号（図59（d）を参照）を用いて、Hi信号期間は、QPSK位相誤差検出部341bが検出した位相誤差を、それ以外の期間は、8PSK位相誤差検出部341c検出した位相誤差を切替部341eへ出力するように切り替える。切替部341eは、復調モード切替部50が出力する第1の復調モード信号（図59（e）を参照）を用いて、Hi信号期間は、BPSK位相誤差検出部341aが検出した位相誤差を、それ以外の期間は、切替部341dが出力する位相誤差を位相誤差保持部342へ*

10

20

位相同期 (フレーム同期判定部47の出力)	誤り訂正 (誤り訂正検出部44の出力)	C/N状態 (C/N検出部48aの出力)	位相補正の対象
なし	—	—	BPSK同期信号期間
あり	未完了	—	BPSK同期信号期間
	完了	低	BPSKの主信号期間、および、BPSK同期信号期間
		中	対応する変調方式にてBPSK、QPSKの主信号期間、および、BPSK同期信号期間
		高	対応する変調方式にて全期間

【0271】以上のように、本発明の第10の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該C/N状態および位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0272】なお、C/N検出部48Aにおける位相誤差検出部481は位相補正部34Cの位相誤差検出部341と同様の機能を有しているので、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合

40

50

*出力するように切り替える。すなわち、BPSK>QPSK>8PSKの優先順位で、位相誤差検出部341の復調モードの切替が行われる。

【0269】なお、位相誤差保持部342以降の動作は、上記第1の実施形態において説明したのと同様であるが、切替部342aおよび保持部342fを制御する信号として、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（ゲート信号）ではなくゲート信号選択部49Aが出力するゲート信号を用いる（図55を参照）。

【0270】これにより、位相補正部34Cは、第1および第2の復調モード信号およびゲート信号に従って、C/Nの状態に基づいた位相補正を行うことができる（ステップS505）。その内容を下記表5に示す。なお、下記表5において「BPSK同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間（上記図6（c）のタイミング信号を用いた場合）、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間（上記図6（d）のタイミング信号を用いた場合）を示している。

【表5】

は、回路規模の削減を図ることができる。また、フレーム同期判定部47は、位相同期を判定する方法の一例であるため、フレーム同期判定部47の代わりに上記第3の実施形態で述べた位相同期検出部43を用いても同様の効果が得られる。

【0273】（第11の実施形態）本発明の第11の実施形態に係る復調装置は、上述した第9および第10の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第11の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0274】図62は、請求項19、37、50に対応する、本発明の第11の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図62において、第11の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部3

6と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48Aと、ゲート信号選択部49Bと、復調モード切替部50Aと、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図63は、第11の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0275】図62に示すように、第11の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とC/N検出部48Aとゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第10の実施形態に係る復調装置に対して、ゲート信号選択部49Aをゲート信号選択部49Bに、復調モード切替部50を復調モード切替部50Aに代えた構成となる。なお、第11の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第9～第10の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図63において図5、図49および図56と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0276】まず、図64を参照して、ゲート信号選択部49Bの動作を説明する。図64は、ゲート信号選択部49Bの構成を示すブロック図である。図64において、ゲート信号選択部49Bは、AND回路491、491a、495と、定数発生部492、492aと、切替部493、494、499と、OR回路496、497と、NOT回路498とを備える。

【0277】ゲート信号選択部49Bにおいて、OR回路496の出力までは上記第10の実施形態で説明したとおりであり、AND回路491、495およびOR回路496によって、位相同期がとれて、かつ、TMCCが正しく訂正された場合だけ、切替部494の出力信号がゲート信号として出力され、それ以外の場合には、今までどおりBPSKタイミング信号(図6(c)または(d))がゲート信号として出力される。一方、AND回路491aには、C/N高レベル判定部487が出力する判定結果とフレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果の逆論理の信号(NOT回路498により論理値が反転)が入力される。切替部499は、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号と、定数発生部492aが発生する「定数1」とを入力し、AND回路491aの出力に基づいて出力を切替える。ここで、切替部499は、位相同期がとれて、TMCCが正しく訂正されておらず、かつ、高C/N状

態である場合には、定数発生部492aが発生する「定数1」を、それ以外の場合には、OR回路496が出力する信号をゲート信号として出力するように切替える(ステップS701)。これにより、TMCCが正しく訂正されていないときでも、つまり、TMCCデコーダ40から生成される主信号のタイミングを表す信号が信頼できないときでも、位相同期がとれて、かつ、高C/N状態である場合には、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示する「定数1」がゲート信号として出力される(ステップS702)。なお、低C/N状態である場合には、BPSK期間の信号がゲート信号として出力される(ステップS703)。このゲート信号は、位相補正部34Cの位相誤差保持部342へ出力される。

【0278】次に、図65を参照して、復調モード切替部50Aの動作を説明する。図65は、復調モード切替部50Aの構成を示すブロック図である。図65において、復調モード切替部50Aは、AND回路501～503と、OR回路504とを備える。AND回路501は、フレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果とを入力する。AND回路502は、主信号BPSKタイミング信号(図59(d)を参照)とAND回路501の出力とを入力する。AND回路503は、主信号QPSKタイミング信号(図59(c)を参照)とAND回路501の出力とを入力し、論理結果を第2の復調モード信号として出力する。OR回路504は、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号(図59(b)を参照)とAND回路502の出力とを入力し、論理結果を第1の復調モード信号として出力する。

【0279】このように、ゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとにより、位相補正部34Cを制御して、TMCC信号が正しく訂正されて、主信号の各変調方式に対応して位相補正する前に、同期がとれて、かつ、高C/N状態である場合には、上記第9の実施形態で説明したように主信号の期間を8PSKとみなして位相補正を行う(ステップS704、S601)。その後は、上記第10の実施形態で説明したのと同様に、各変調方式に対応して位相補正を行う(ステップS502～S505、S602～S603)。その内容を下記表6に示す。なお、下記表6において「BPSK同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間(上記図6(c)のタイミング信号を用いた場合)、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間(上記図6(d)のタイミング信号を用いた場合)を示している。

【表6】

位相同期 (フレーム同期判 定部47の出力)	誤り訂正 (誤り訂正検出部 44の出力)	C/N状態 (C/N検出部 48Aの出力)	位相補正の対象
なし	—	—	BPSK同期信号期間
あり	未完了	低	BPSK同期信号期間
		高	BPSKとみなして全主信号期間、 および、BPSK同期信号期間
	完了	低	BPSKの主信号期間、 および、BPSK同期信号期間
		中	対応する変調方式にてBPSK、 QPSKの主信号期間、 および、BPSK同期信号期間
		高	対応する変調方式にて全期間

【0280】以上のように、本発明の第11の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの全期間において8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0281】(第12の実施形態) 本発明の第12の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第11の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第12の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0282】図66は、請求項20、37、51に対応する、本発明の第12の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図66において、第12の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51と、ゲート信号選択部49と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0283】図66に示すように、第12の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置

に、フレーム同期判定部47とBER検出部51とゲート信号選択部49とをさらに加え、位相補正部34Cを位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第9の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48をBER検出部51に代えた構成となる。なお、第12の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第9の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第12の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第9の実施形態において図49で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0284】以下、異なる構成であるBER検出部51を、図67を参照して説明する。図67は、BER検出部51の構成を示すブロック図である。図67において、BER検出部51は、誤り訂正再符号化部511と、比較部512と、C/N高レベル判定部513とを備える。

【0285】誤り訂正再符号化部511は、第2の誤り訂正部38が出力する誤り訂正がされているTMCC信号を入力する。そして、誤り訂正再符号化部511は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、入力する誤り訂正後のTMCC信号に対して再符号化を施す。比較部512は、誤り訂正再符号化部511が出力する再符号化されたTMCC信号と、位相補正部34Cが出力する誤り訂正がされていない信号とを入力する。そして、比較部512は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、位相補正部34Cが出力する信号からTMCC信号の期間を抽出し、この誤り訂正がされていないTMCC信号と再符号化されたTMCC信号とを比較してビット誤り率を算出する。C/N高レベル判定部513は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めたしきい値を下回るか否かによってC/Nが高いか低いかを判定する(図49、ステップS502を参照)。そして、この判定の結果、ビット誤り率が予め定めたしきい値を下回った場合、C/N高レベル判

定部513は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49に対して出力する。

【0286】ここで、C/N高レベル判定部513におけるしきい値については、上記第9の実施形態で述べたように、低C/N時に位相数の多い変調方式を位相補正に用いることにより、位相補正部34Cにおける位相誤差検出部341が誤った位相誤差情報を出力することがないように、決定しなければならない。例えば、上記第9の実施形態で用いた値11.25degについてしきい値を算出してみる。上述したように、11.25degにおけるC/Nは、上記式(5)から8.3dBとなる。一方、BPSK変調におけるC/N対ビット誤り率の関係は、一般に図68に示すような関係になることが知られているので、この図68から8.3dB時におけるビット誤り率を読みとると、 1×10^{-4} が求まる。よって、しきい値は、 1×10^{-4} を目安に設定すればよい。

【0287】以上のように、本発明の第12の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0288】(第13の実施形態)本発明の第13の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第12の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第13の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0289】図69は、請求項21、37、52に対応する、本発明の第13の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図69において、第13の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51Aと、ゲート信号選択部49Aと、復調モード切替部50と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0290】図69に示すように、第13の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とBER検出部51Aとゲート信号選択部49Aと復調モード

切替部50とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第10の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48AをBER検出部51Aに代えた構成となる。なお、第13の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第10の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第13の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第10の実施形態において図56で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0291】以下、異なる構成であるBER検出部51Aを、図70を参照して説明する。図70は、BER検出部51Aの構成を示すブロック図である。図70において、BER検出部51Aは、誤り訂正再符号化部511と、比較部512と、C/N高レベル判定部513と、C/N低レベル判定部514とを備える。

【0292】誤り訂正再符号化部511は、第2の誤り訂正部38が出力する誤り訂正がされているTMCC信号を入力する。そして、誤り訂正再符号化部511は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、入力する誤り訂正後のTMCC信号に対して再符号化を施す。比較部512は、誤り訂正再符号化部511が出力する再符号化されたTMCC信号と、位相補正部34Cが出力する誤り訂正がされていない信号とを入力する。そして、比較部512は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、位相補正部34Cが出力する信号からTMCC信号の期間を抽出し、この誤り訂正がされていないTMCC信号と再符号化されたTMCC信号とを比較してビット誤り率を算出する。C/N高レベル判定部513は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めた第1のしきい値を下回るか否かによってC/Nが高いかを判定する(図56、ステップS502を参照)。一方、C/N低レベル判定部514は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めた第2のしきい値を上回るか否かによってC/Nが低いかを判定する(図56、ステップS602を参照)。そして、この判定の結果、ビット誤り率が予め定めた第1のしきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部513は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力し、ビット誤り率が予め定めた第2のしきい値を上回った場合、C/N低レベル判定部514は、C/Nが低いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。

【0293】ここで、例えば、C/N高レベル判定部513における第1のしきい値については、上述したように 1×10^{-4} とすればよい。また、C/N低レベル判定部514における第2のしきい値については、上記第10の実施形態で用いた値22.5[deg]におけるC

$\gamma/N = 3 \text{ dB}$ に従って図68から読みとると、 2.3×10^{-3} が求まる。よって、第1のしきい値は、 1×10^{-3} を、第2のしきい値は、 2.3×10^{-3} を目安に設定すればよい。

【0294】以上のように、本発明の第13の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間および

キャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0295】(第14の実施形態) 本発明の第14の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第13の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第14の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0296】図71は、請求項22、37、53に対応する、本発明の第14の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図71において、第14の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51Aと、ゲート信号選択部49Bと、復調モード切替部50Aと、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0297】図71に示すように、第14の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とBER検出部51Aとゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第1の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48AをBER検出部51Aに代えた構成となる。なお、第14の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第11の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第14の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第11の実施形態

において図63で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0298】以上のように、本発明の第14の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの全期間において8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。なお、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置において、定常復調に至ってからも、C/Nの状態を監視して、そのC/N検出結果により、位相補正の対象を変化させることにより、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上できるのは言うまでもない。

【0299】なお、上記第2～第8の実施形態に係る復調装置は、それぞれ基本となる第1の実施形態に係る復調装置に対して擬似同期を回避することを目的とし、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置は、それぞれ基本となる第1の実施形態に係る復調装置に対して位相ジッタの影響を軽減することを目的として個々に記載した。しかし、上記第2～第8の実施形態に係る復調装置の構成と、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置の構成とをそれぞれ組み合わせることにより、擬似同期の回避と位相ジッタの影響の軽減とを同時に実現することができる(請求項23～32、54～63)。

【0300】また、上記第1～第14の実施形態では、時分割多重を行う変調方式としてBPSK、QPSK、8PSKを取り上げて説明したが、キャリア同期補助信号の変調方式を時分割多重されるn相位相変調のうち最も位相数nの少ない位相変調とすれば、他の変調方式においても上述と同様の効果を得ることができる。

【0301】さらに、各通信フレーム内のフレーム同期信号の設置位置が、キャリア同期補助信号の挿入周期にあたる位置とある程度近い場合には、上記第9の実施形態で述べたフレーム同期判定部47(図50)の構成を、上記第3、第5および第7の実施形態における位相同期検出部43へ、上記第4、第6および第8の実施形態における第1の位相同期検出部43Aへそれぞれ用いることが可能であり、これにより回路の簡素化を図ることができる。

【0302】(3) その他の送信系および受信系

上記(1)送信系および(2)受信系の説明においては、通信フレーム内にBPSK変調のキャリア同期補助信号を分散挿入し、このキャリア同期補助信号を用いて周波数・位相補正する変調・復調装置および方法を説明した。ここで、上述したように、主信号には低階層信号、すなわち、BPSK変調されている信号が存在する(図2を参照)。従って、このBPSK変調の主信号である低階層信号をも初期の搬送波再生に用いれば、さらに高速かつ安定に同期を行うことができる。そこで、以下においては、BPSK変調されている低階層信号をも利用して搬送波再生を行える変調・復調装置および方法について説明する。

【0303】(変調装置および方法の他の実施形態)図72は、請求項3、4、7、8に対応する、本発明の一実施形態に係る他の変調装置の構成を示すブロック図である。図72において、本発明の一実施形態に係る他の変調装置は、フレーム同期信号/TMCC信号生成部11と、TSパケット合成部12と、TMCC誤り訂正符号化部13と、第1の誤り訂正符号化部14と、第2の誤り訂正符号化部15と、第1のBPSKマッピング部16と、BPSK/QPSKマッピング部17と、8PSKマッピング部18と、多重化/直交変調部19と、同期補助信号生成部22と、差動符号化部23と、第2のBPSKマッピング部21とを備える。図73は、本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

【0304】図72に示すように、他の変調装置は、上記変調装置(図1を参照)に、差動符号化部23をさらに加え、同期補助信号生成部20を同期補助信号生成部22に代えた構成となる。なお、他の変調装置のその他の構成は、上記変調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0305】以下、他の変調装置が上記変調装置と異なる構成である、同期補助信号生成部22および差動符号化部23の動作を説明する。同期補助信号発生部22は、上述したようにキャリア同期補助信号を生成する。このとき、同期補助信号発生部22は、入力するTMCC情報に基づいて、図73に示すように、キャリア同期補助信号を挿入する位置の次のパケットに施される変調方式を定義した情報を重畳する。差動符号化部23は、変調方式情報が重畳したキャリア同期補助信号を入力し、復調装置においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号できるように、変調方式情報に差動符号化を施す。そして、この差動符号化された変調方式情報を重畳したキャリア同期補助信号は、第2のBPSKマッピング部21に入力される。以降の動作は、上述したとおりである。

【0306】上記同期補助信号生成部22および差動符号化部23が行う動作を、具体的な値を一例に挙げて説

明する。今、1パケット中に4シンボル(=4ビット)のキャリア同期補助信号を4つ挿入する通信フレームを生成する場合を考える。このとき、同期補助信号生成部22で生成する各変調方式のキャリア同期補助信号(4×4=16ビット)を以下のように設定する。

8PSK : 0111111111111111

QPSK : 0010101010101010

BPSK : 0101010101010101

このキャリア同期補助信号に対して、差動符号化部23でそれぞれ差動符号化を施すと、以下ようになる。

8PSK : 0101010101010101

QPSK : 0011001100110011

BPSK : 0110011001100110

この差動符号化後のキャリア同期補助信号を、後述する復調装置において復号すると、以下ようになる。

8PSK : X1111111111111111

QPSK : X0101010101010101

BPSK : X1010101010101010

このように、差動符号化後のキャリア同期補助信号は、1または0が連続することがないため、変調波にキャリアが立つことがなく、また、差動復号後2bitごとに同一パターンが7回ずつ現れるので、復調装置において多数決判決用いて信頼性を高めることができる。

【0307】以上のように、本発明の一実施形態に係る他の変調装置によれば、復調装置において次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強いBPSKにより変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたBPSKのキャリア同期補助信号およびBPSK変調された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0308】(復調装置および方法の他の実施形態)次に、上述した本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成された通信フレームを復調する復調装置および方法を、以下に説明する。図74は、請求項38、64に対応する、本発明の一実施形態に係る他の復調装置の構成を示すブロック図である。図74において、本発明の一実施形態に係る他の復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36Aと、キャリア同期補助信号デコーダ52と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0309】図74に示すように、一実施形態に係る他の復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、キャリア同期補助信号デコーダ52をさらに加え、タイミング生成部36をタイミング生成部36Aに代えた構成である。なお、一実施形態に係る他の復調装置のその

他の構成は、上記第 1 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0310】以下、一実施形態に係る他の復調装置が上記第 1 の実施形態に係る復調装置と異なる構成である、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 およびタイミング生成部 3 6 A の動作を順に説明する。

【0311】図 7 5 は、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 の構成を示すブロック図である。図 7 5 において、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 は、遅延検波部 5 2 1 と、位相識別部 5 2 2 と、BPSK 同期補助信号パターン照合部 5 2 3 と、主信号 BPSK ゲート生成部 5 2 4 とを備える。遅延検波部 5 2 1 は、帯域制限フィルタ 3 3 からの信号を入力し、現在の位相変調信号と 1 シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部 5 2 2 は、遅延検波部 5 2 1 が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。BPSK 同期補助信号パターン照合部 5 2 3 は、位相識別部 5 2 2 が出力する信号からキャリア同期補助信号の位置を検出し、キャリア同期補助信号に重畳されている変調方式情報を抽出して主信号 BPSK ゲート生成部 5 2 4 へ出力する。主信号 BPSK ゲート生成部 5 2 4 は、入力する変調方式情報に基づいて、変調方式が BPSK である主信号の期間を与えるタイミング信号（ゲート信号）を生成する（図 7 6（c））。このタイミング信号は、タイミング生成部 3 6 A へ出力される。

【0312】タイミング生成部 3 6 A は、まず、フレーム同期検出部 3 5 で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1 通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図 7 6（b）に示すような当該期間に応じた補助信号 BPSK タイミング信号を生成する。次に、タイミング生成部 3 6 A は、生成した BPSK タイミング信号（図 7 6（b））と、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 が出力する主信号 BPSK タイミング信号（図 7 6（c））とに基づいて、通信フレーム内の BPSK 変調がされている期間を与える全 BPSK タイミング信号（図 7 6（d））を生成する。この全 BPSK タイミング信号は、周波数補正部 3 2 および位相補正部 3 4 へ出力され、当該信号に従った補正がなされる。

【0313】以上のように、本発明の一実施形態に係る他の復調装置によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む BPSK に加え、BPSK 変調がなされている主信号をも用いて搬送波再生を行う。これにより、低 C/N 状態においてもパケット内に分散させた BPSK のキャリア同期補助信号および BPSK 変調された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0314】なお、上記実施形態においては、キャリア

同期補助信号デコーダ 5 2 およびタイミング生成部 3 6 A の構成を、上記第 1 の実施形態に係る復調装置に用いた場合を説明した。しかし、このキャリア同期補助信号デコーダ 5 2 およびタイミング生成部 3 6 A の構成は、上記第 2 ～第 1 4 の実施形態に係る復調装置にも用いることが可能であり、用いることにより同様の効果を奏することができる。ここで、第 1 0、第 1 1、第 1 3 および第 1 4 の実施形態に係る復調装置にキャリア同期補助信号デコーダ 5 2 およびタイミング生成部 3 6 A の構成を用いる場合、TMCC デコーダ 4 0 から得ていた主信号の変調方式の情報を、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 から得ることももちろん可能である。

【0315】また、上述した復調装置に関する各実施形態において、直交検波部 3 1 における局部発振信号の周波数を周波数補正部 3 2 の周波数誤差保持部 3 2 2 の出力によって可変できるようにし、上記構成の周波数補正部 3 2 の複素乗算部 3 2 4 の代わりに、直交検波部 3 1 により周波数誤差を補正しても同様の効果が得られるの言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る変調装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係る変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

【図 3】図 1 の多重化/直交変調部 1 9 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 6】フレーム同期検出部 3 5 が検出する信号およびタイミング生成部 3 6 が生成するタイミング信号を示す図である。

【図 7】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 1 の構成を示すブロック図である。

【図 8】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 2 の構成を示すブロック図である。

【図 9】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 3 の構成を示すブロック図である。

【図 10】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 4 の構成を示すブロック図である。

【図 11】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 5 の構成を示すブロック図である。

【図 12】フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

【図 13】フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

【図 14】周波数補正における周波数ずれを説明する図である。

【図 15】フレーム同期検出における位相関係を説明す

る図である。

【図 16】フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

【図 17】周波数補正部 32 のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【図 18】位相補正部 34 のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【図 19】位相補正における位相ずれを説明する図である。

【図 20】位相補正部 34 で生じる疑似同期を説明する図である。

【図 21】位相補正部 34 で生じる疑似同期を説明する図である。

【図 22】本発明の第 2 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 23】本発明の第 2 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 24】周波数引き込み判定部 42 のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【図 25】位相補正部 34 A のさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図 26】位相補正部 34 A のさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図 27】本発明の第 3 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 28】本発明の第 3 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 29】位相同期検出部 43 の実施例 1 の構成を示すブロック図である。

【図 30】位相同期検出部 43 の実施例 2 の構成を示すブロック図である。

【図 31】位相同期検出部 43 の位相同期判定部 437 において設定するしきい値の一例を説明する図である。

【図 32】図 27 の疑似同期判定部 45 で行う疑似同期判定の動作原理を説明する図である。

【図 33】本発明の第 4 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 34】タイミング生成部 36 が生成する他のタイミング信号を示す図である。

【図 35】図 33 の疑似同期判定部 45 で行う疑似同期判定の動作原理を説明する図である。

【図 36】本発明の第 5 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 37】本発明の第 5 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 38】図 36 の疑似同期判定部 45 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 39】周波数ステップ部 46 の構成を示すブロック図である。

【図 40】周波数ステップ部 46 における各信号波形を

示す図である。

【図 41】周波数ステップの動作原理を説明する図である。

【図 42】本発明の第 6 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 43】本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 44】本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 45】本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 46】位相ジッタを説明する図である。

【図 47】位相ジッタと C/N との関係を示す図である。

【図 48】本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 49】本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 50】フレーム同期判定部 47 の構成を示すブロック図である。

【図 51】C/N 検出部 48 の構成を示すブロック図である。

【図 52】ゲート信号選択部 49 の構成を示すブロック図である。

【図 53】位相補正部 34 B の位相誤差検出部 341 の構成を示すブロック図である。

【図 54】位相補正部 34 B の位相誤差検出部 341 が行う位相誤差検出動作を説明する図である。

【図 55】本発明の第 10 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 56】本発明の第 10 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 57】C/N 検出部 48 A の構成を示すブロック図である。

【図 58】ゲート信号選択部 49 A の構成を示すブロック図である。

【図 59】復調モード切替部 50 が入力する各タイミング信号と出力する復調モード信号とを示す図である。

【図 60】位相補正部 34 C の位相誤差検出部 341 の構成を示すブロック図である。

【図 61】位相補正部 34 C の位相誤差検出部 341 が行う位相誤差検出動作を説明する図である。

【図 62】本発明の第 11 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 63】本発明の第 11 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 64】ゲート信号選択部 49 B の構成を示すブロック図である。

【図 65】復調モード切替部 50 A の構成を示すブロック図である。

【図66】本発明の第12の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図67】BER検出部51の構成を示すブロック図である。

【図68】C/Nとビット誤り率との関係を示す図である。

【図69】本発明の第13の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図70】BER検出部51Aの構成を示すブロック図である。

【図71】本発明の第14の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図72】本発明の一実施形態に係る他の変調装置の構成を示すブロック図である。

【図73】本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

【図74】本発明の一実施形態に係る他の復調装置の構成を示すブロック図である。

【図75】キャリア同期補助信号デコーダ52の構成を示すブロック図である。

【図76】タイミング生成部36Aが生成するタイミング信号を示す図である。

【図77】従来の変調装置の構成を示すブロック図である。

【図78】従来の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

【図79】BPSK、QPSKおよび8PSKの符号配置へのマッピングを示す図である。

【図80】従来の変調装置および方法におけるMPEGのデータ構造、およびフレーム構造を示す図である。

【図81】従来の復調装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

11, 1001…フレーム同期信号/TMCC信号生成部
12, 1002…TSバケット合成部
13~15, 1003~1005…誤り訂正符号化部
16, 21, 1006…BPSKマッピング部
17, 1007…BPSK/QPSKマッピング部
18, 1008…8PSKマッピング部
19, 1009…多重化/直交変調部
20, 22…同期補助信号生成部
23…差動符号化部
31, 1101…直交検波部
32, 32A…周波数補正部
33…帯域制限フィルタ
34, 34A~34C…位相補正部
35…フレーム同期検出部
36, 36A…タイミング生成部
37, 38, 1105…誤り訂正部

39, 1106…ビデオデコーダ

40, 1104…TMCCデコーダ

41, 1103…BER測定部

42…周波数引き込み検出部

43, 43A, 43B…位相同期検出部

44…誤り訂正検出部

45…擬似同期判定部

46…周波数ステップ部

47…フレーム同期判定部

10 48, 48A…C/N検出部

49, 49A, 49B…ゲート信号選択部

50, 50A…復調モード切替部

51, 51A…BER検出部

52…キャリア同期補助信号デコーダ

321, 421…周波数誤差検出部

321a, 351, 421a, 521…遅延検波部

321b, 341, 341a~341c, 421b, 4

31, 481…位相誤差検出部

322…周波数誤差保持部

20 322a, 341d, 341e, 342a, 342h,

343e, 422, 424c, 433, 435c, 46

4, 467, 483, 485c, 493, 494, 49

9…切替部

322b, 342b, 342i, 343f, 423, 4

24d, 434, 435d, 462, 463, 484,

485d, 492, 492a…定数発生部

322c, 323a, 342c, 342e, 343a,

424a, 435a, 325, 485a…加算器

322d, 323b, 342d, 343b, 424b,

30 435b, 461b, 485b…遅延部

323, 343…数値制御発振部

323c, 343c…コサイン波発生部

323d, 343d…サイン波発生部

324, 344…複素乗算部

342…位相誤差保持部

342f…保持部

342g…増幅部

352, 352a~352c, 471, 522…位相識別部

40 353, 472…照合部

354a~354c…位相回転部

355…識別位相回転部

424, 435, 465…積分部

425, 486…タイミング発生部

426…周波数引き込み判定部

427, 432, 432A, 432B, 482…絶対値化部

437…位相同期判定部

438, 453, 512…比較部

50 451, 496, 497, 504…OR回路

452…カウンタ

* 487, 488, 513, 514…C/Nレベル判定部

461…制御信号生成部

498…NOT回路

461a…XOR回路

511…誤り訂正再符号化部

461c, 491, 491a, 495, 501~503

523…BPSK同期補助信号パターン照合部

…AND回路

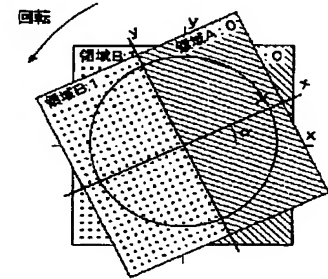
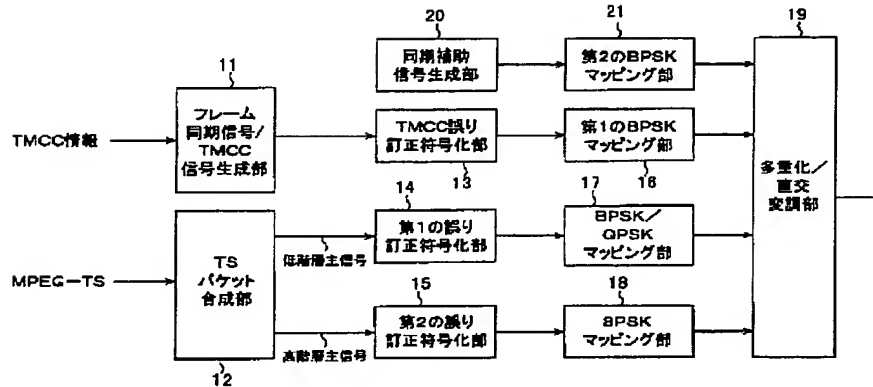
524…主信号BPSKゲート生成部

466…負符号化部

* 1102…PSK復調部

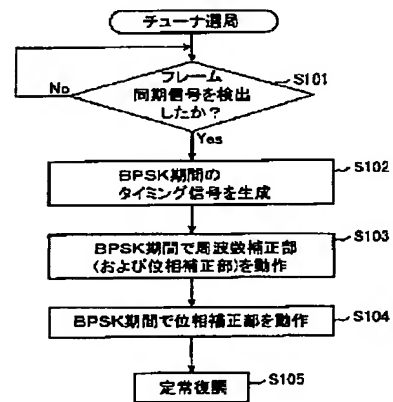
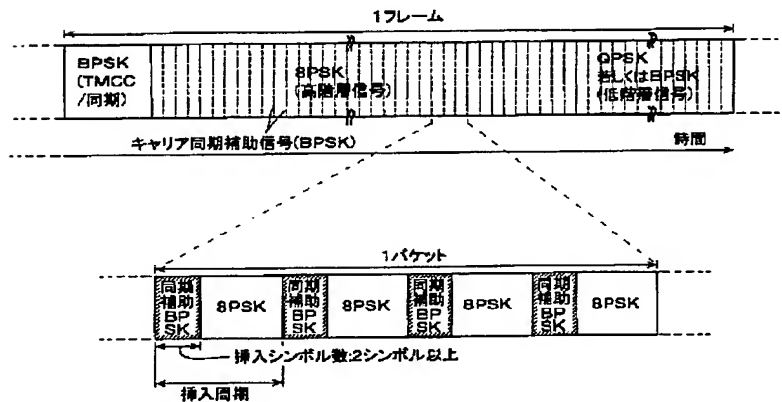
【図1】

【図16】



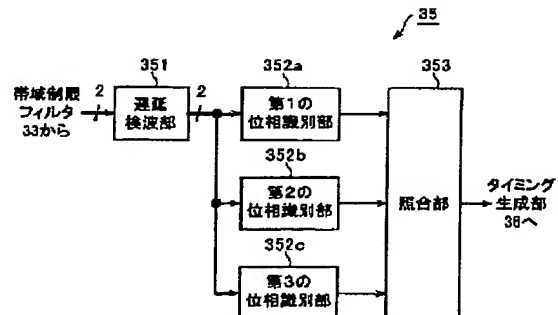
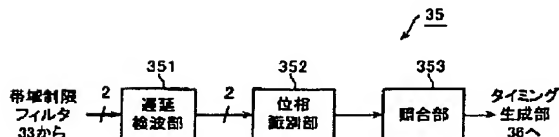
【図2】

【図5】

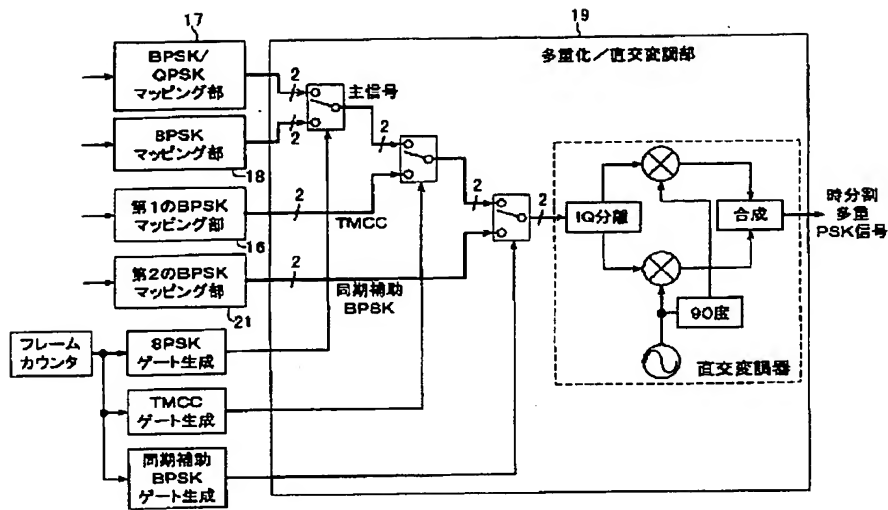


【図7】

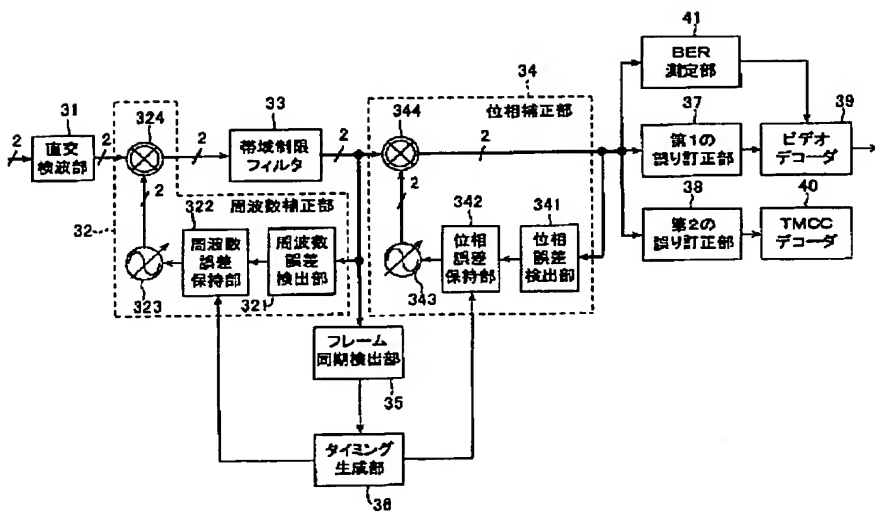
【図8】



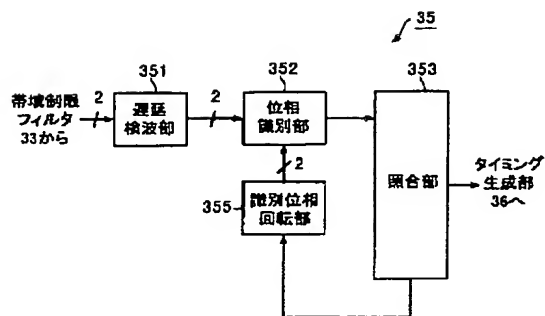
【図3】



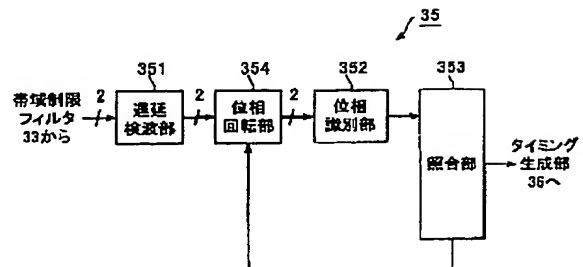
【図4】



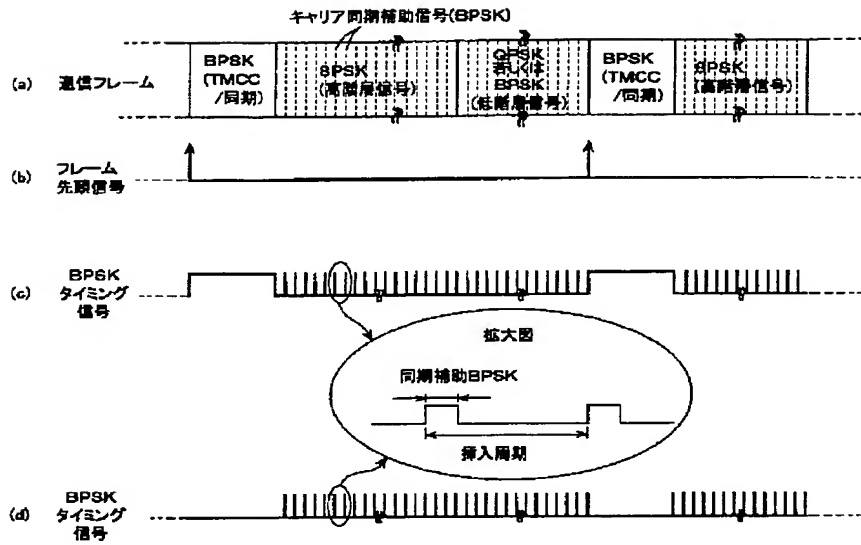
【図10】



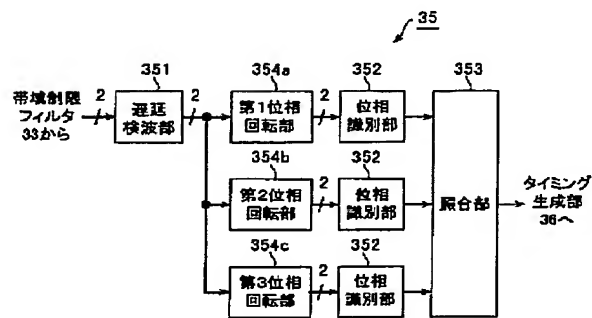
【図11】



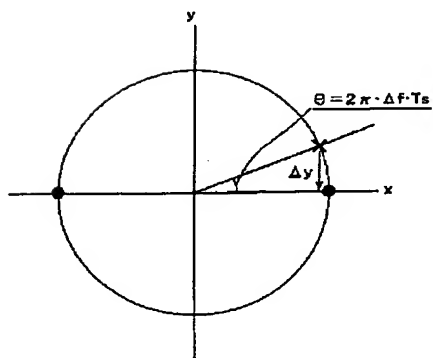
【図6】



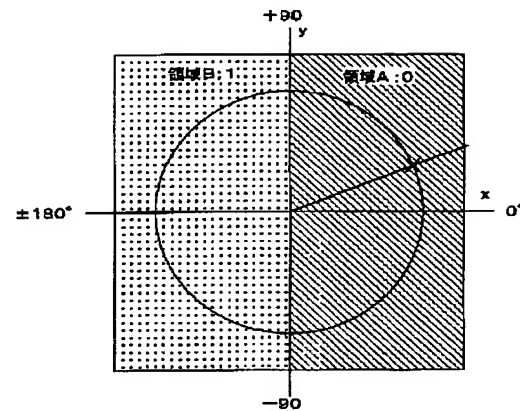
【図9】



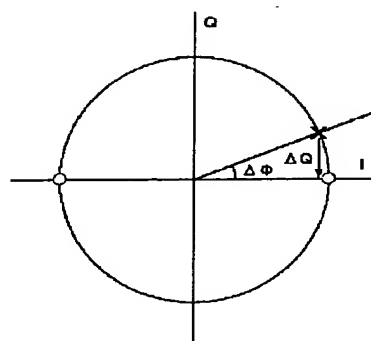
【図14】



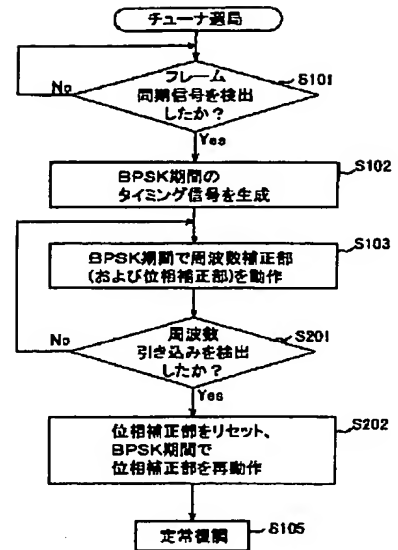
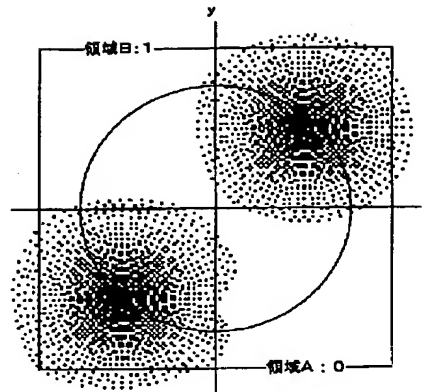
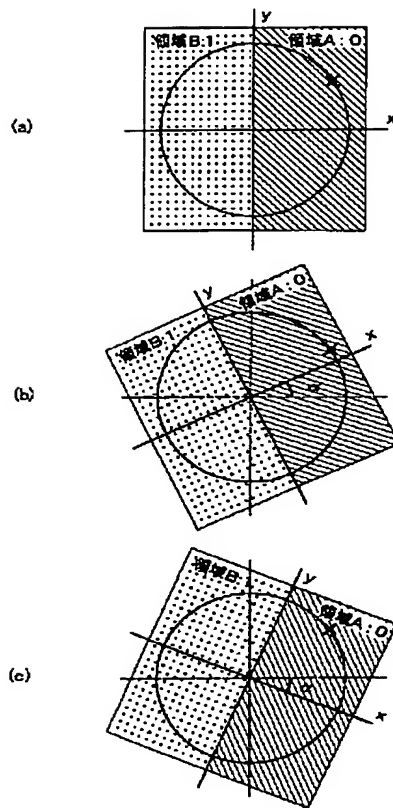
【図12】



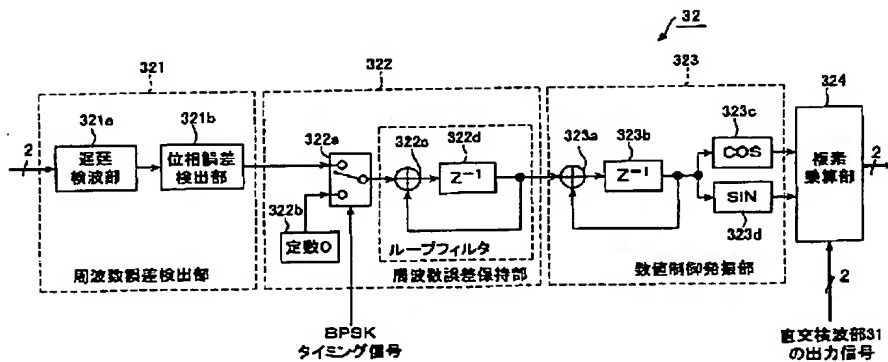
【図19】



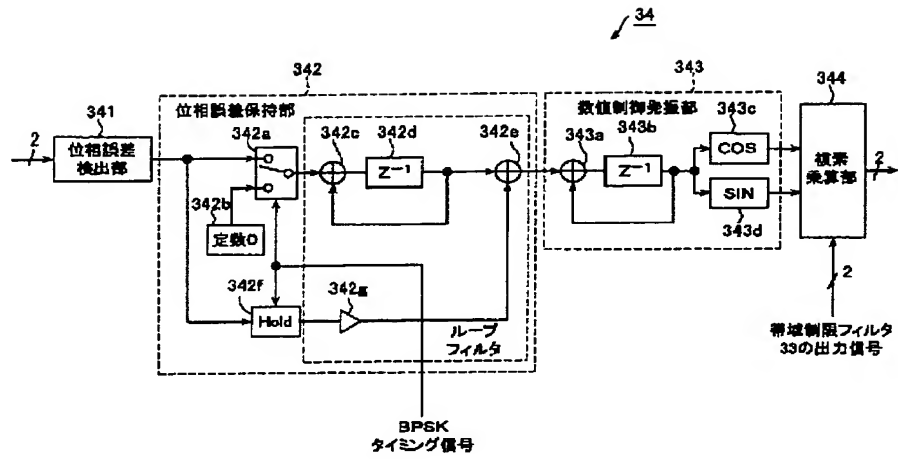
【図23】



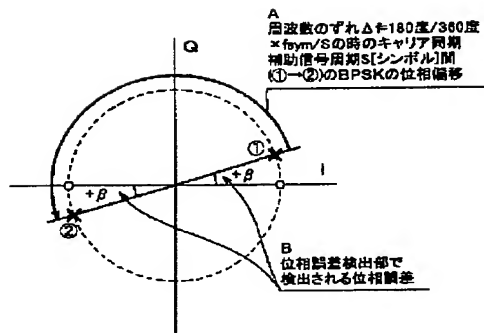
【圖 17】



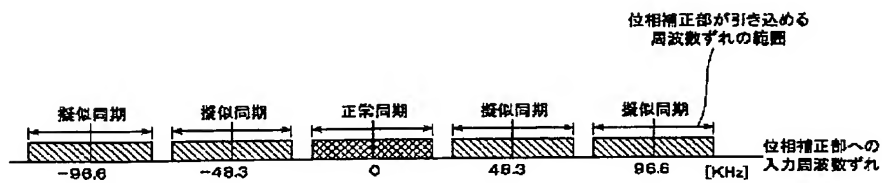
【図 18】



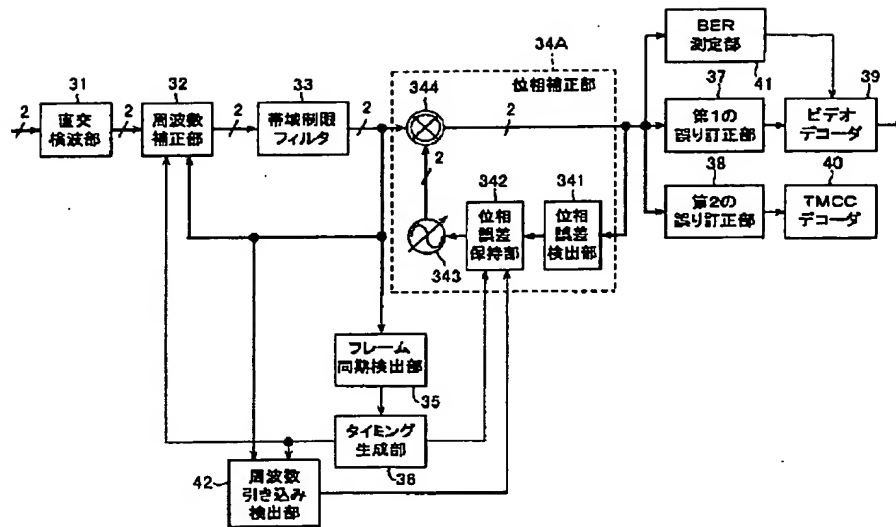
【図 20】



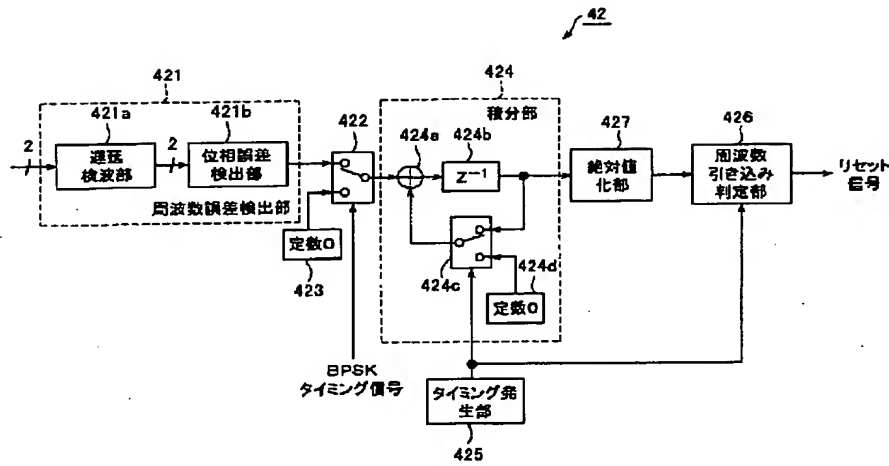
【図 21】



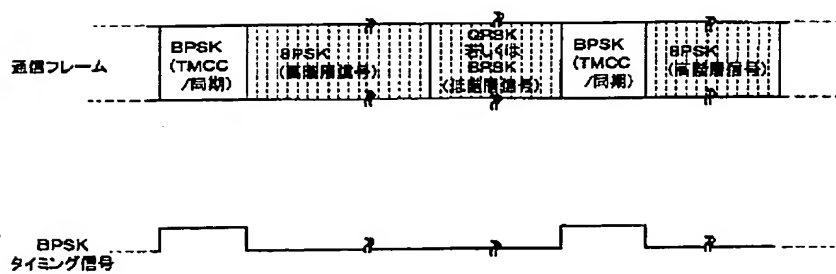
【図22】



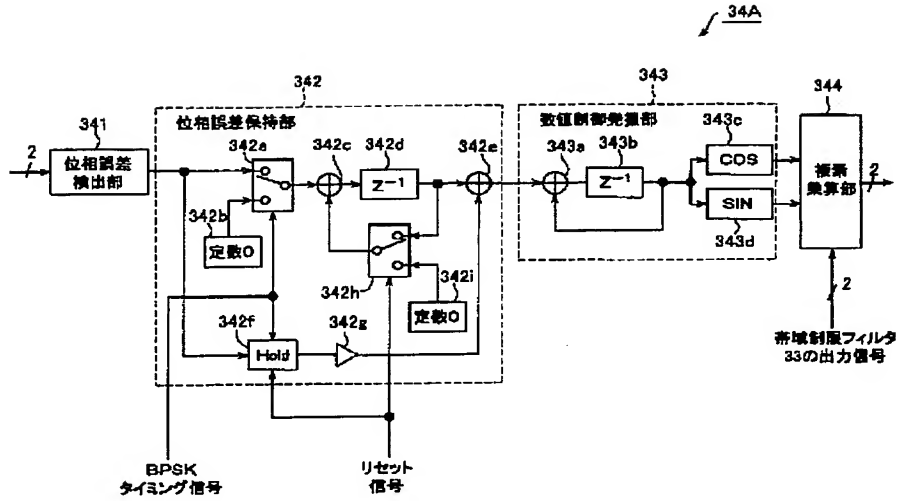
【図24】



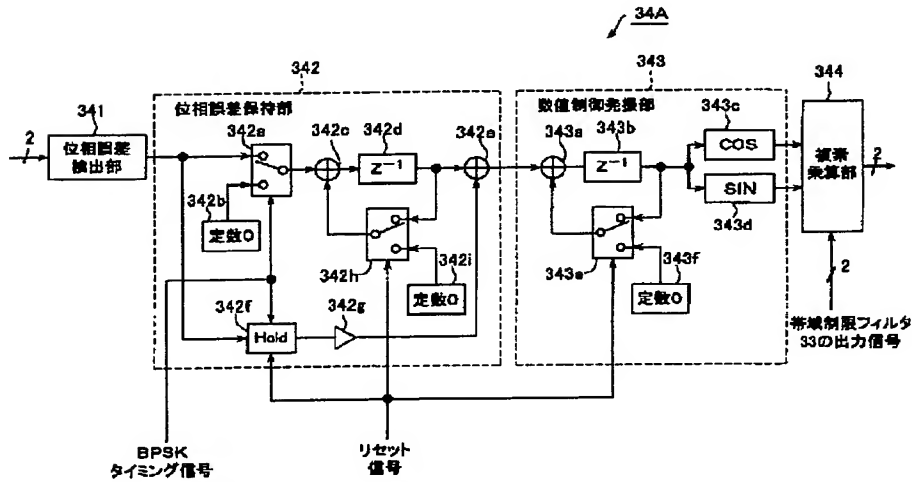
【図34】



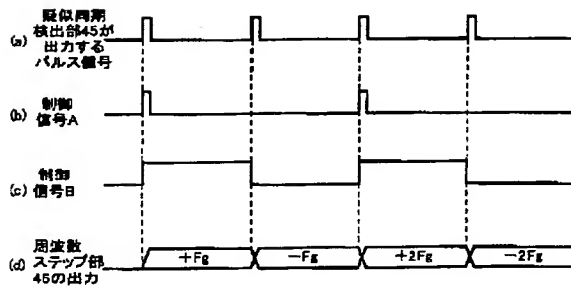
【図25】



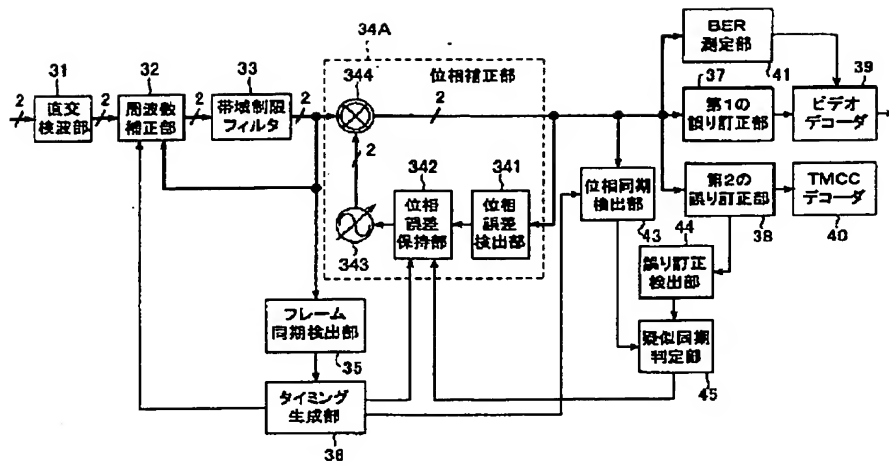
【図26】



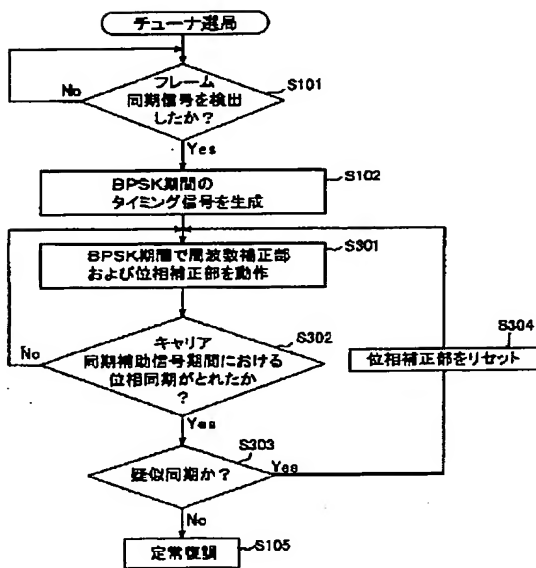
【図40】



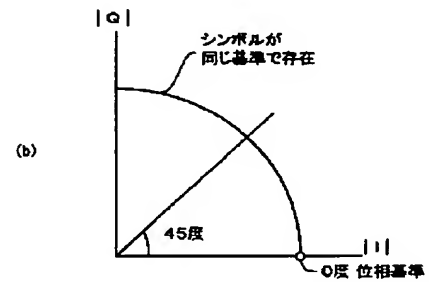
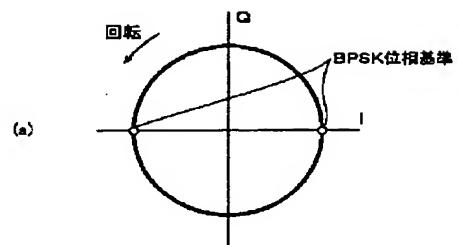
【図27】



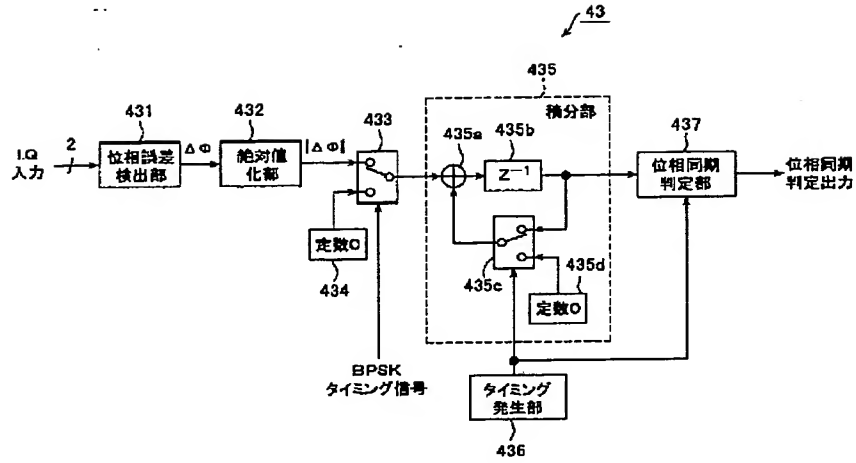
【図28】



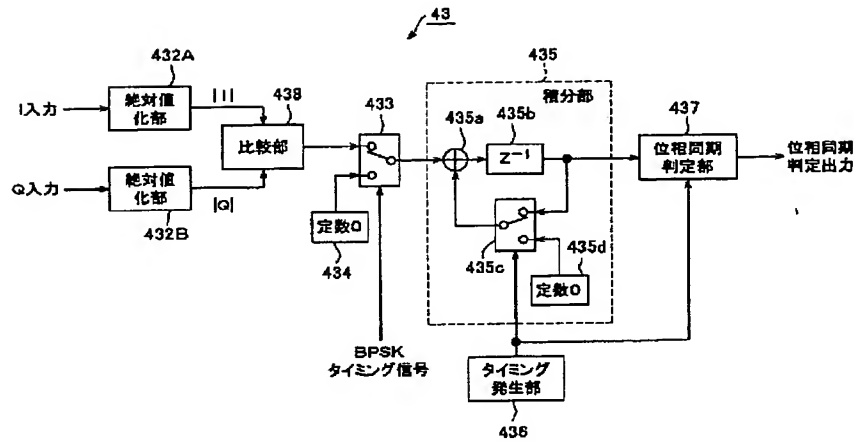
【図31】



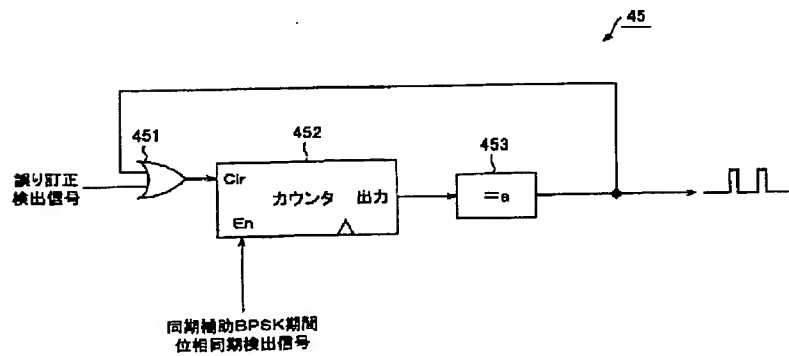
【図29】



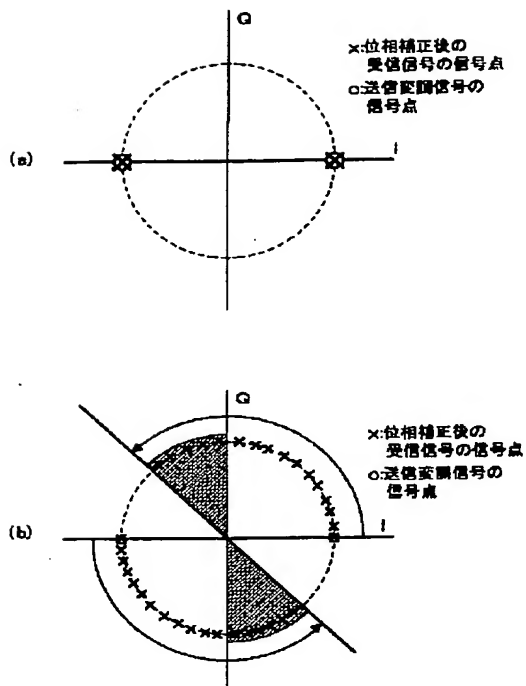
【図30】



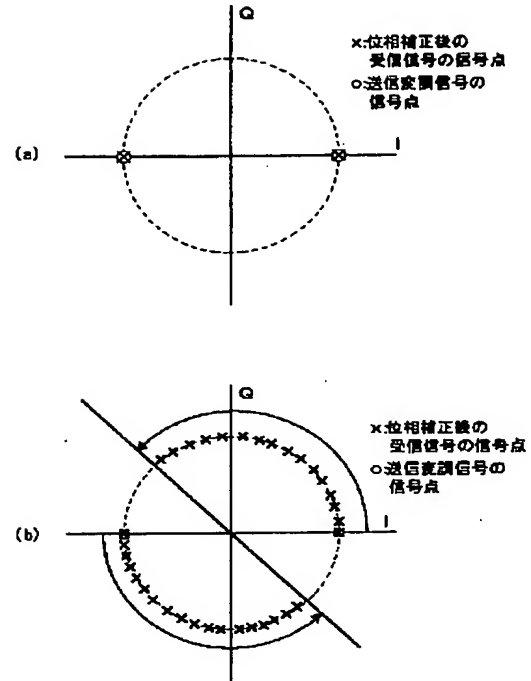
【図38】



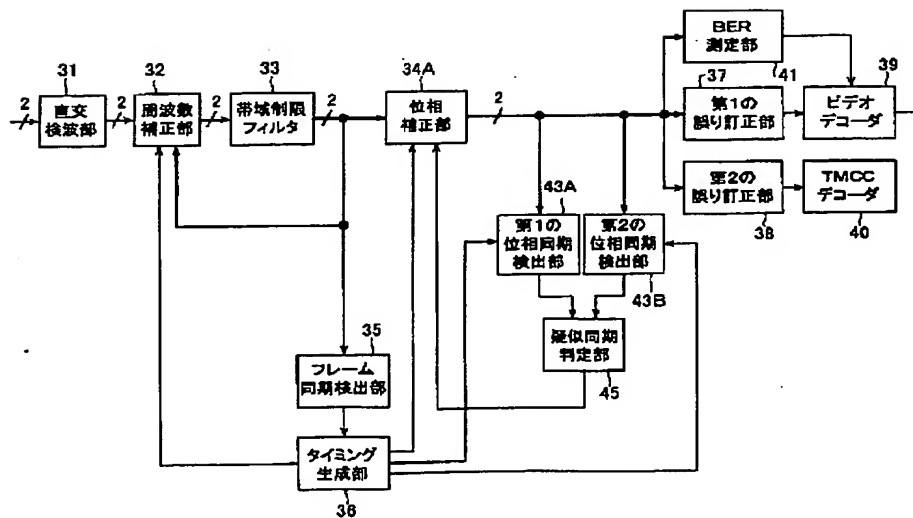
【図32】



【図35】



【図33】



[illegible]

```

graph TD
    Start([チューナ選局]) --> S101{フレーム同期信号を検出したか?}
    S101 -- No --> S101
    S101 -- Yes --> S102[BPSC期間のタイミング信号を生成]
    S102 --> S103[BPSC期間で周波数補正部(および位相補正部)を動作]
    S103 --> S104[BPSC期間で位相補正部を動作]
    S104 --> S302{キャリア同期補助信号期間における位相同期がとれたか?}
    S302 -- No --> S104
    S302 -- Yes --> S303{疑似同期か?}
    S303 -- Yes --> S401[周波数ステップ]
    S401 --> S101
    S303 -- No --> S105[定常検調]
  
```

47

位相補正部
348から

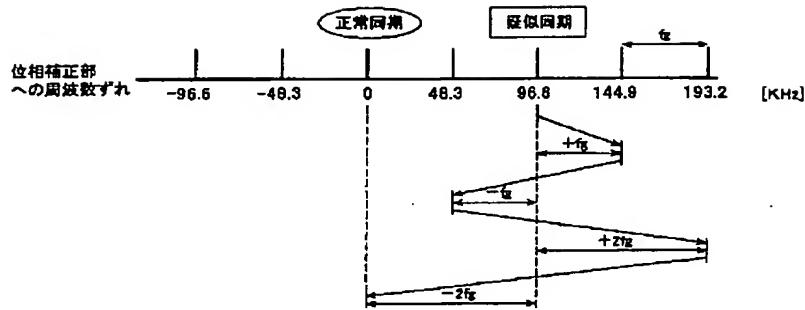
2

471
位相
鑑別部

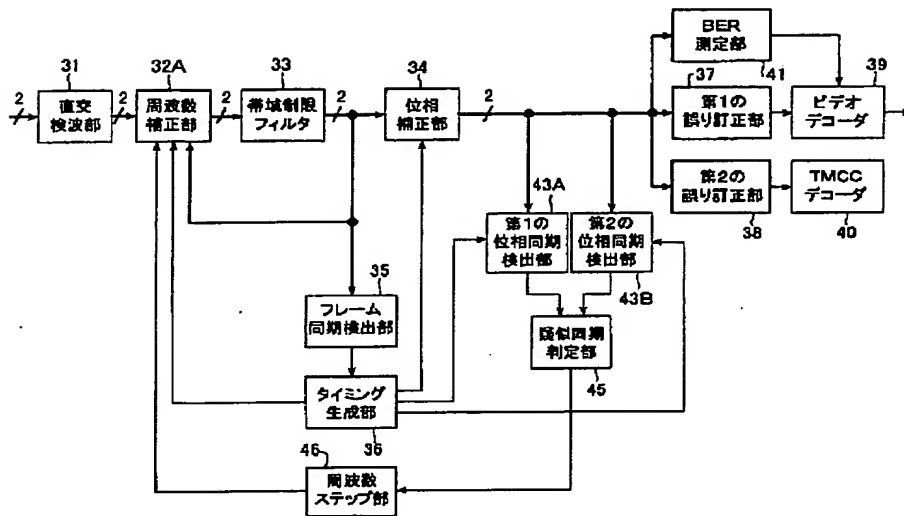
472
遅延部

ゲート信号
選択部49へ

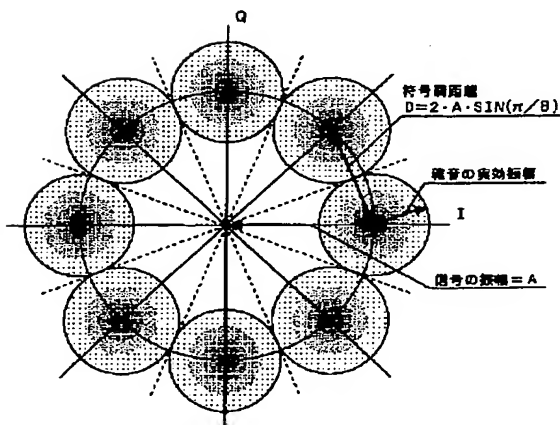
【図41】



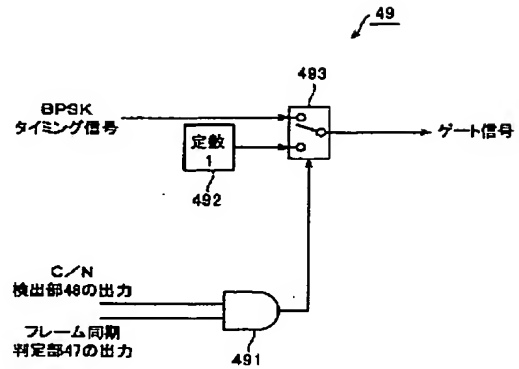
【図42】



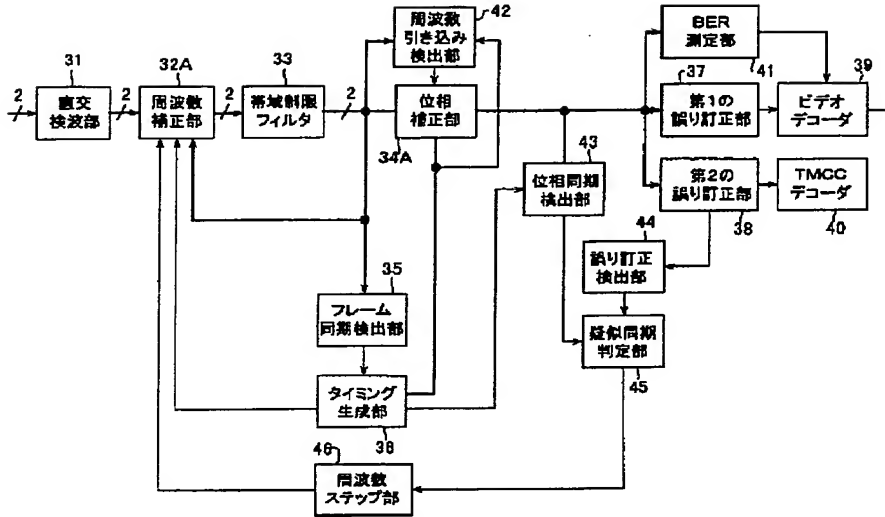
【図47】



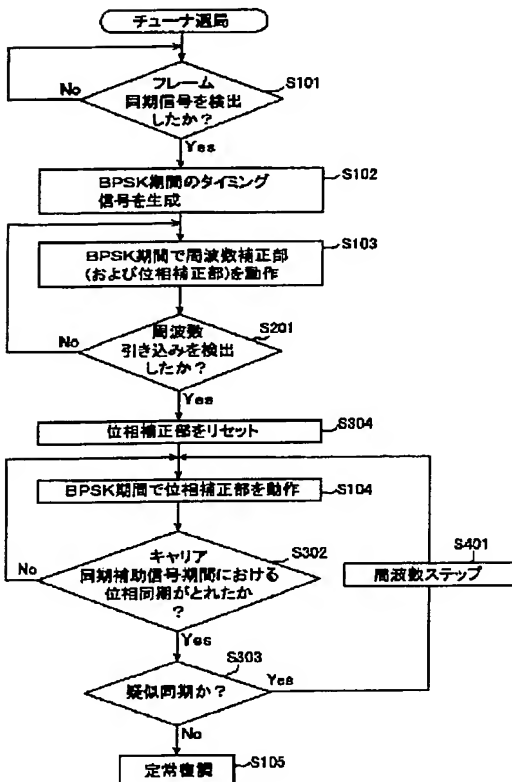
【図52】



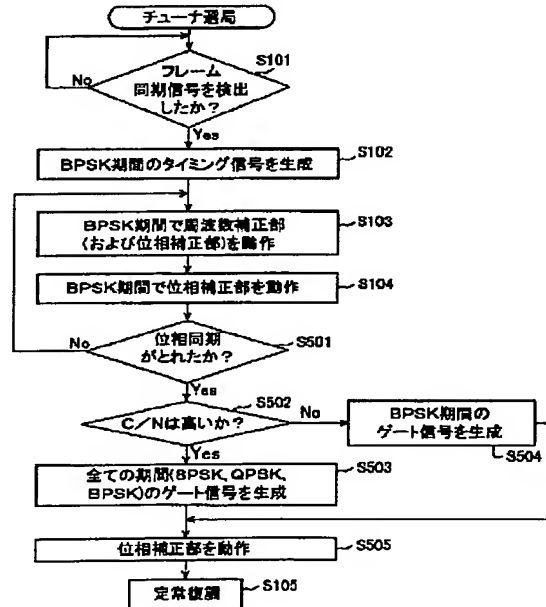
【図43】



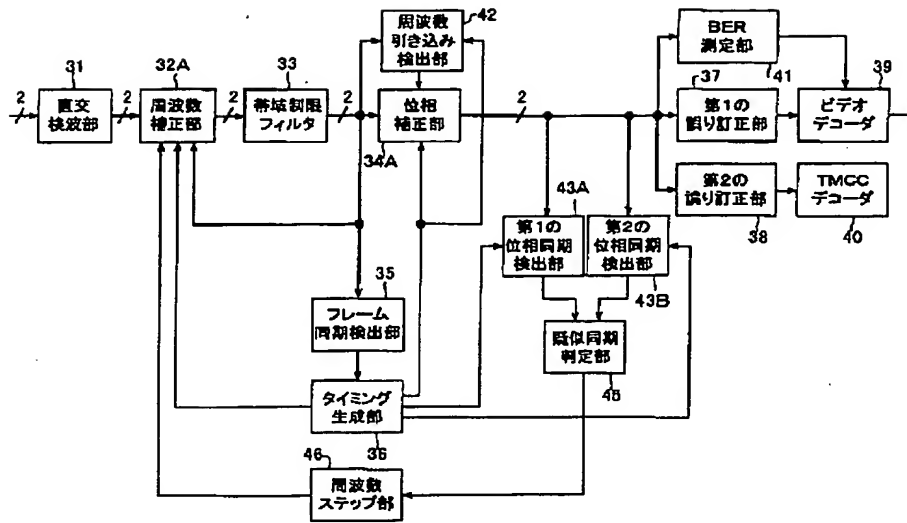
【図44】



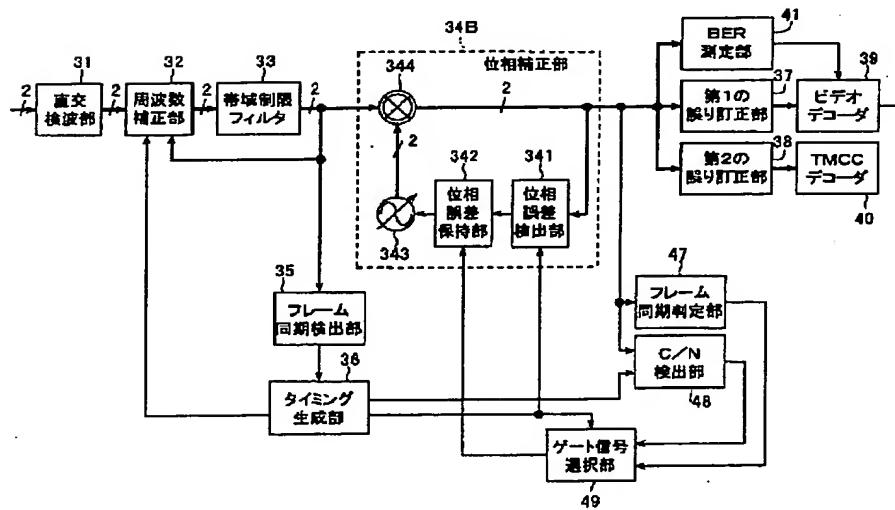
【図49】



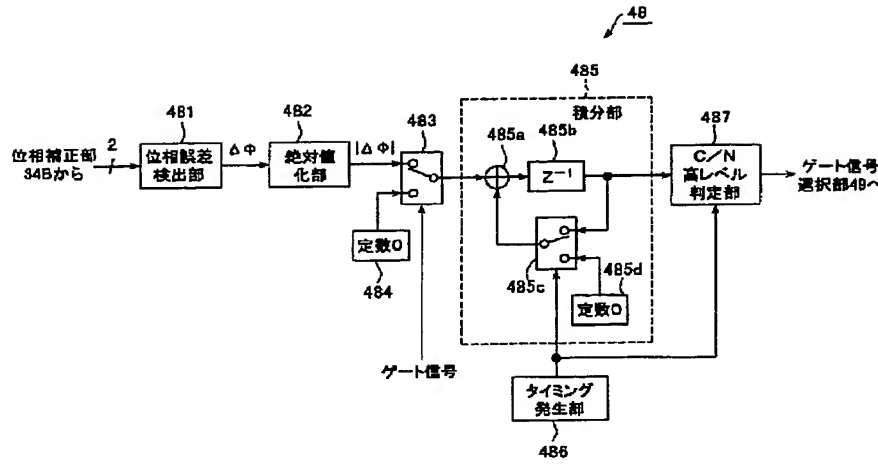
【図45】



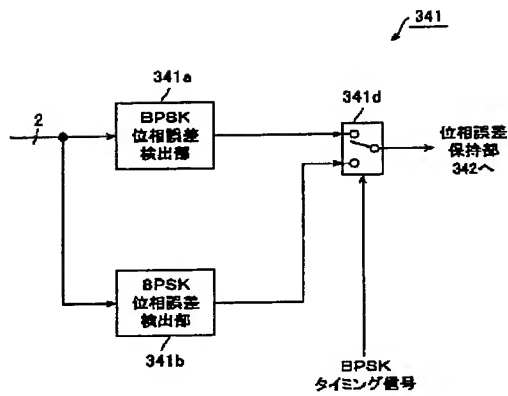
【図48】



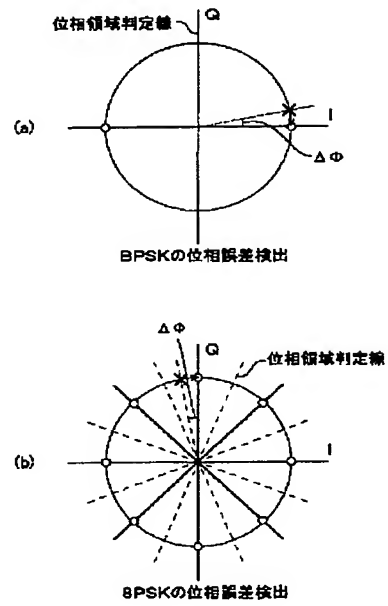
【図51】



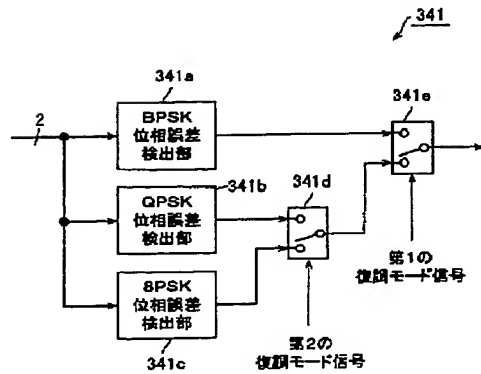
【図53】



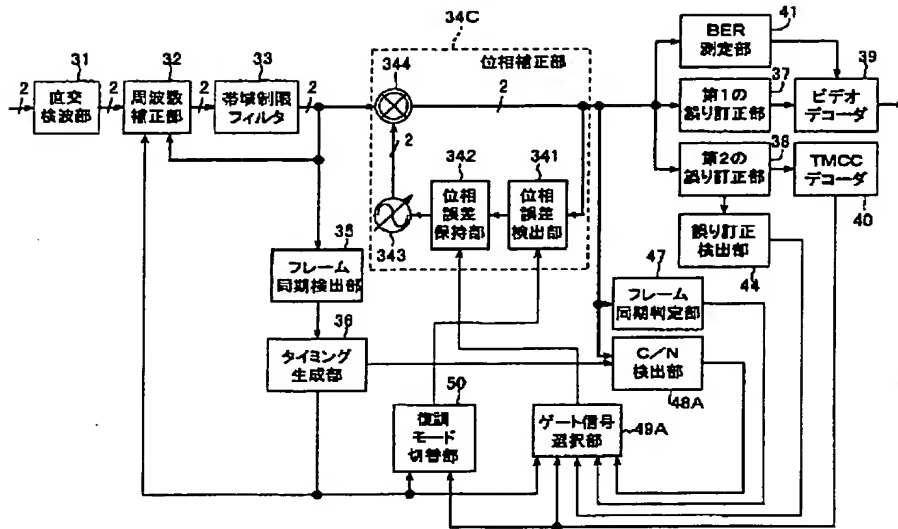
【図54】



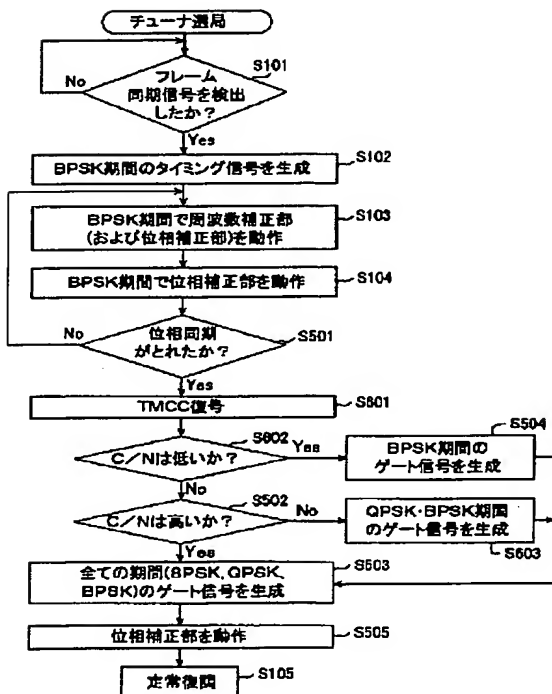
【図60】



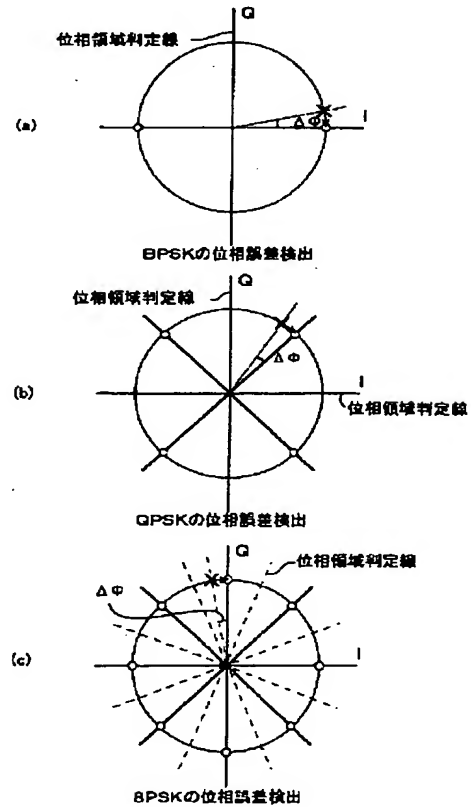
【図55】



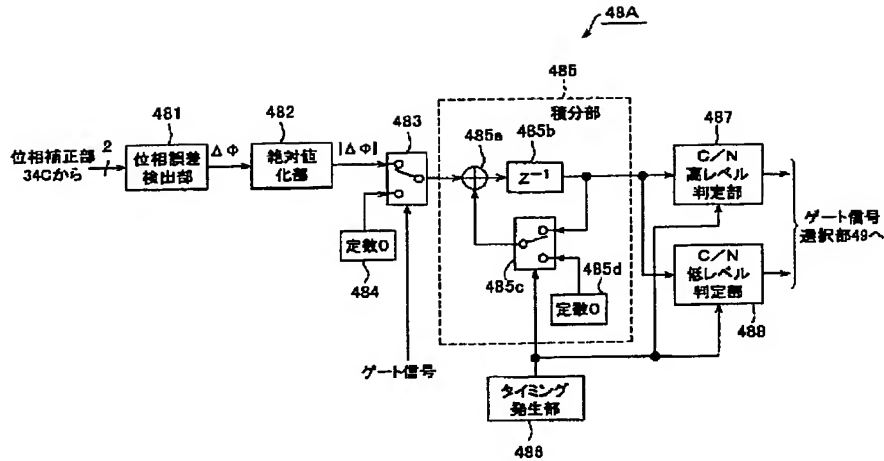
【図56】



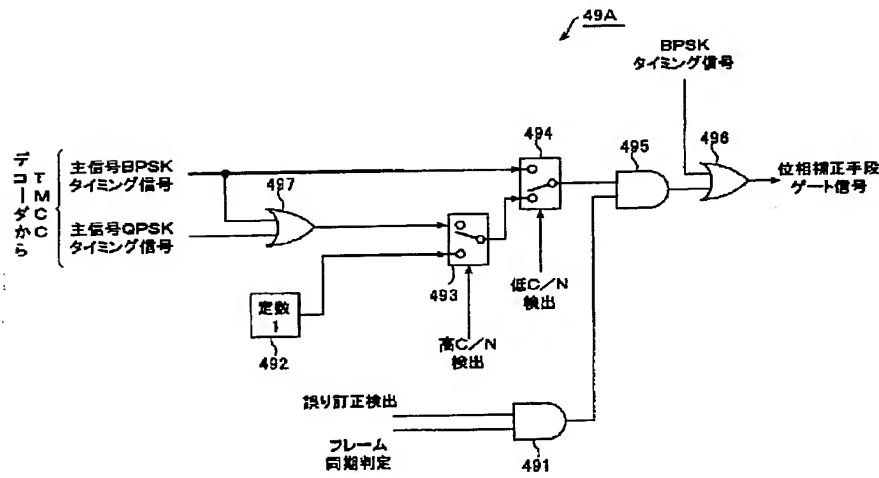
【図61】



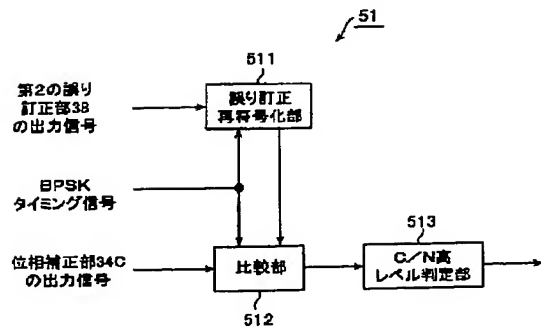
【図57】



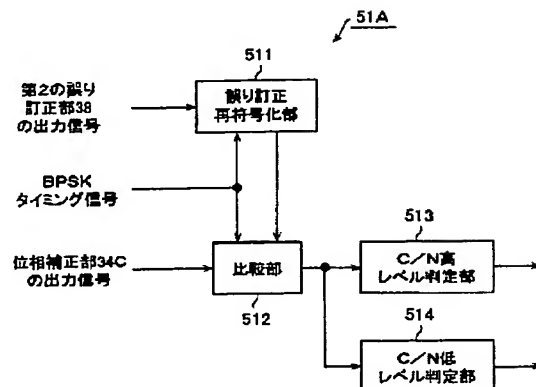
【図58】



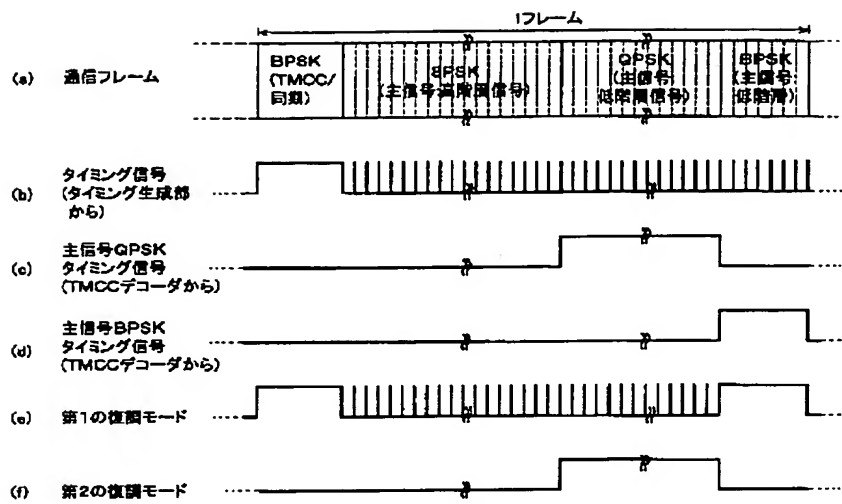
【図67】



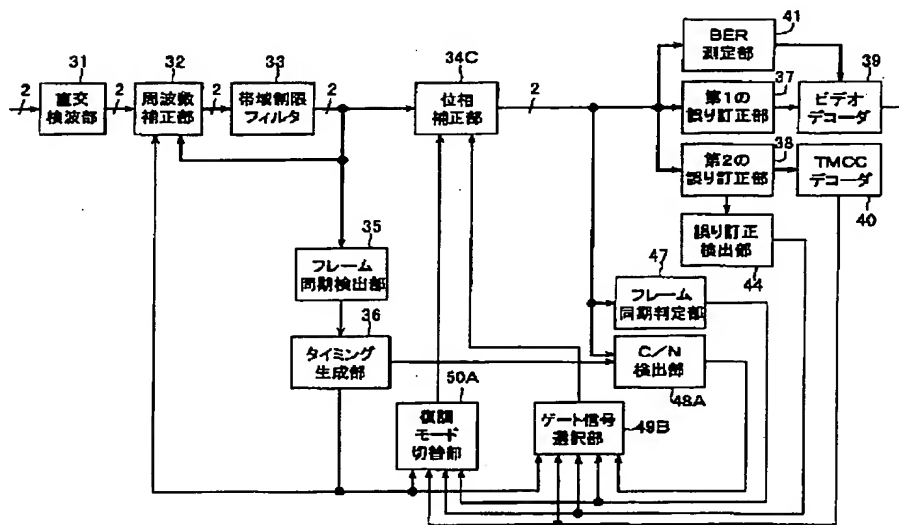
【図70】



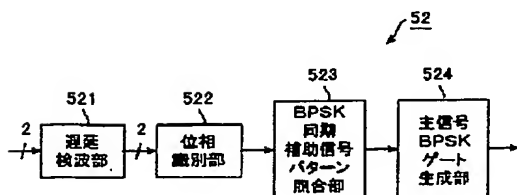
【図59】



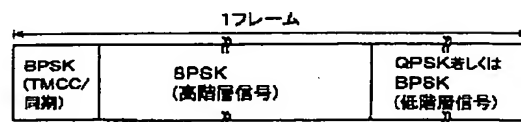
【図62】



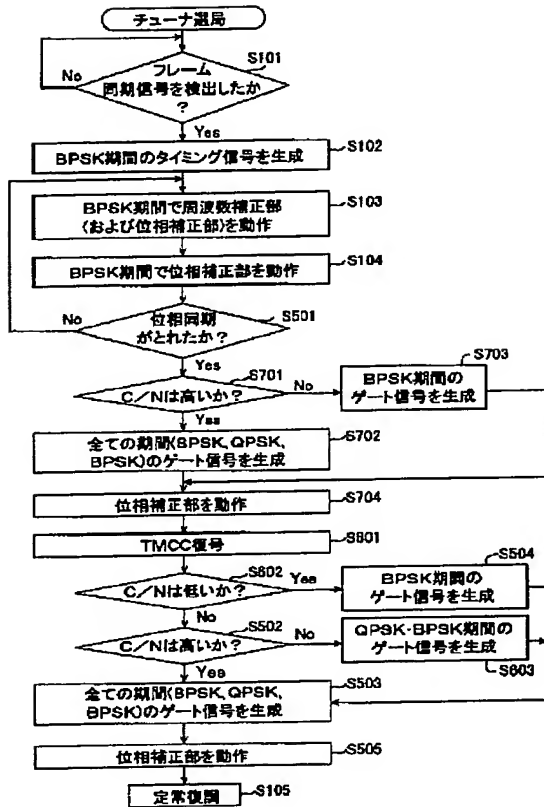
【図75】



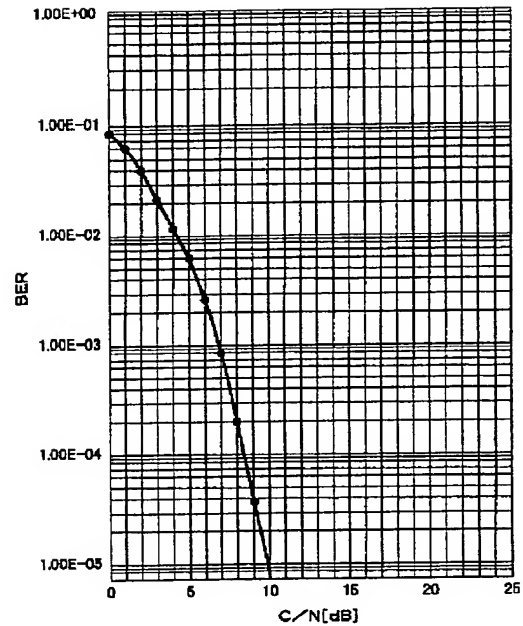
【図78】



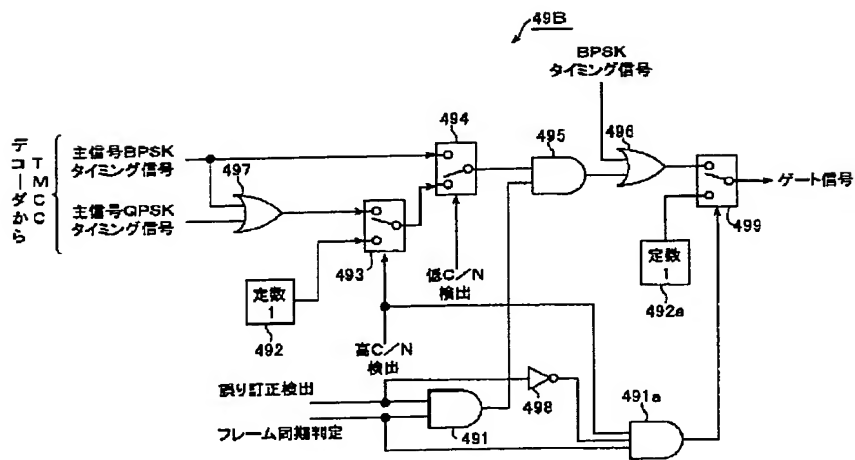
【図63】



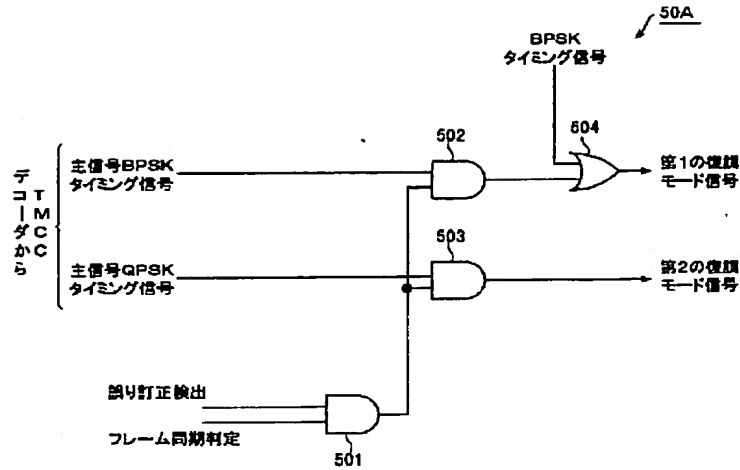
【図68】



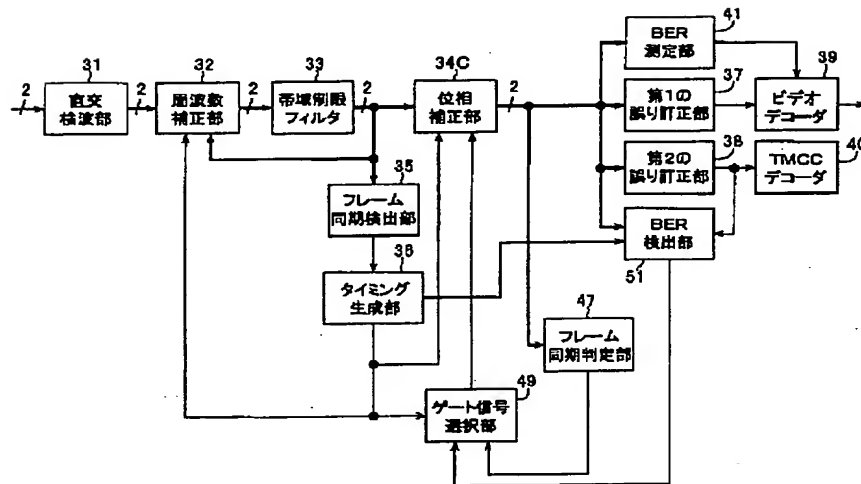
【図64】



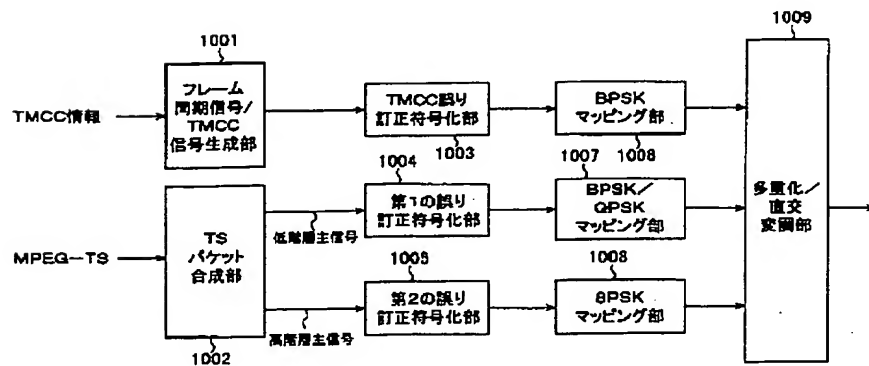
【図65】



【図66】

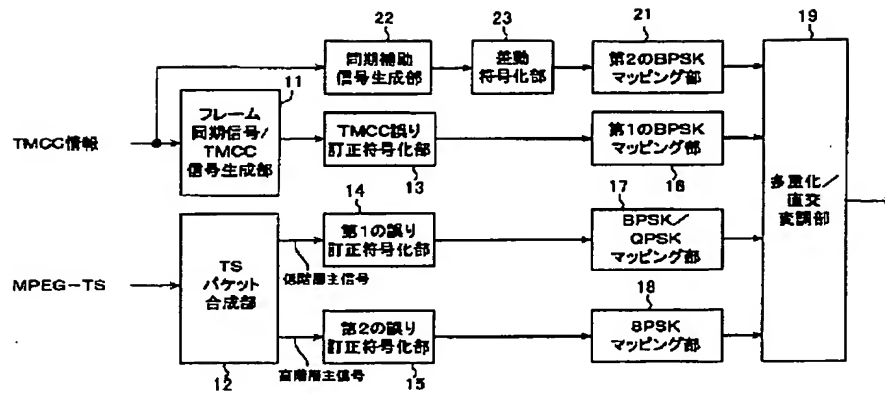


【図77】

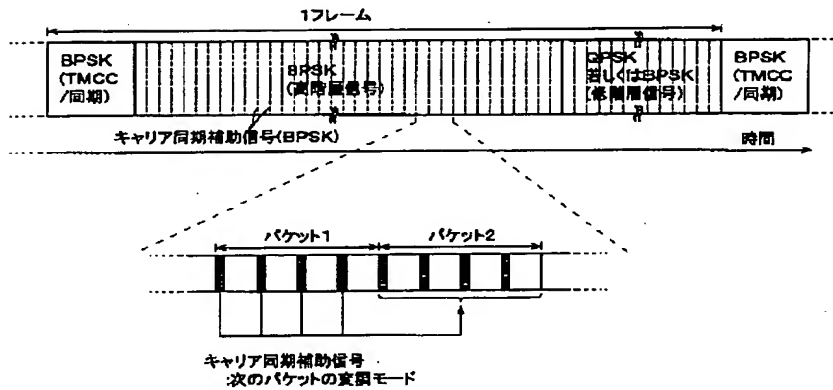


[illegible]

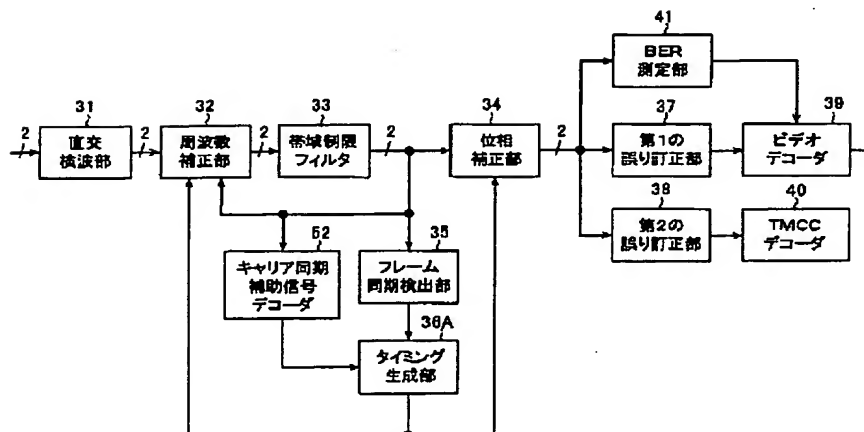
【図72】



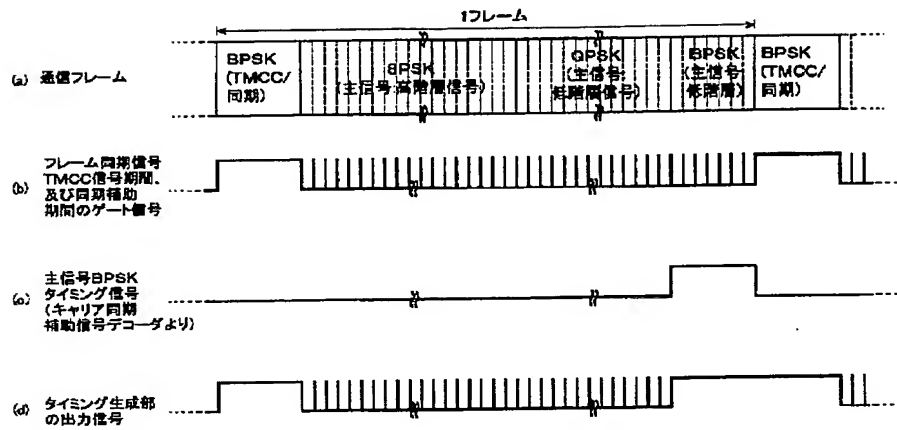
【図73】



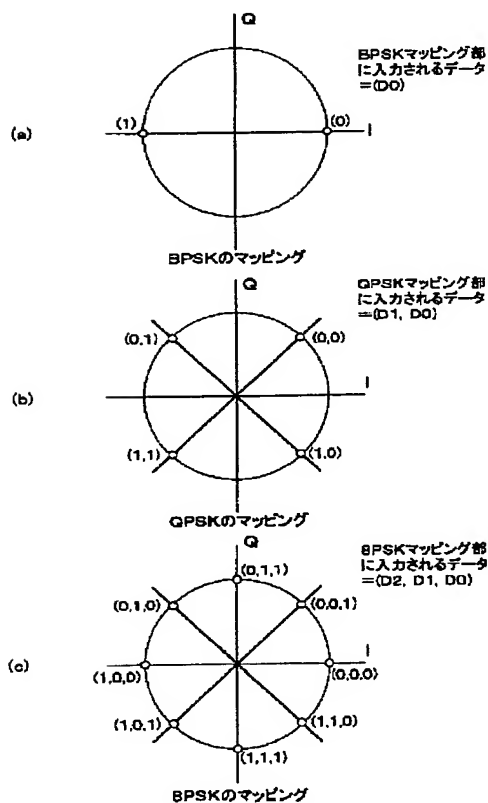
【図74】



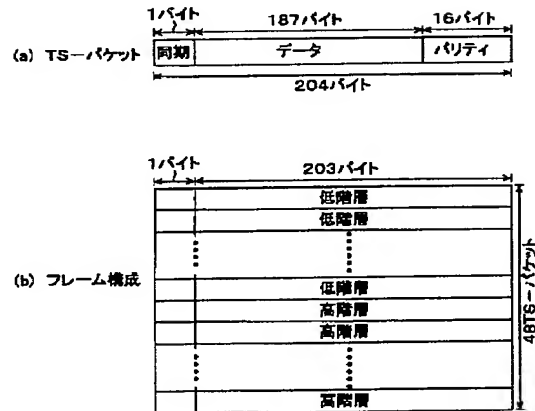
【図76】



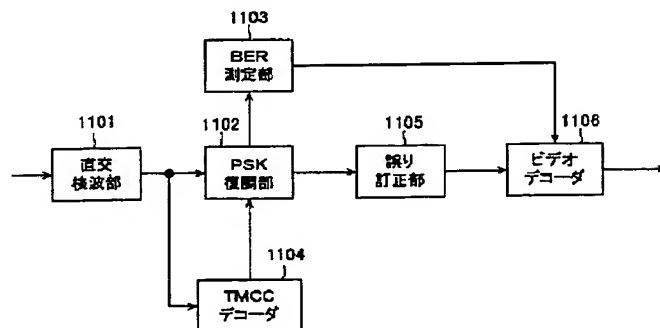
【図79】



【図80】



【図81】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 27/22

H 0 4 L 27/22

C

H 0 4 N 7/08

H 0 4 N 7/08

Z

7/081

THIS PAGE BLANK (USPTO)



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

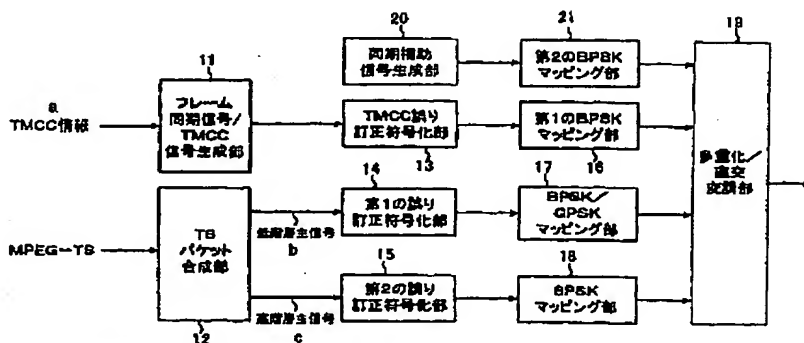
(51) 国際特許分類6 H04L 27/18		A1	(11) 国際公開番号 WO99/16223
			(43) 国際公開日 1999年4月1日(01.04.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/04147		(74) 代理人 弁理士 小笠原史朗(OGASAWARA, Shiro) 〒564-0053 大阪府吹田市江の木町3番11号 第3ロンドェビル Osaka, (JP)	
(22) 国際出願日 1998年9月16日(16.09.98)			
(30) 優先権データ 特願平9/254544 1997年9月19日(19.09.97) JP 特願平9/332236 1997年12月2日(02.12.97) JP		(81) 指定国 CN, KR.	
(71) 出願人 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.)[JP/JP] 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006 Osaka, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	
(72) 発明者 林 芳和(HAYASHI, Yoshikazu) 〒567-0835 大阪府茨木市新堂1丁目5番19号 II-201号室 Osaka, (JP) 神野一平(KANNO, Ippei) 〒576-0054 大阪府交野市幾野1丁目10番221号室 Osaka, (JP) 大内幹博(OUCHI, Mikihiro) 〒570-0015 大阪府守口市梶町1丁目54番3号 Osaka, (JP)			

(54)Title: MODULATOR/DEMODULATOR AND MODULATION/DEMODULATION METHOD

(54)発明の名称 変調・復調装置および方法

(57) Abstract

A modulator/demodulator and a method by which carrier synchronization of time division multiplex n-phase PSK modulated signals is performed stably at high speed by means of a demodulator when the C/N is low. The modulator performs time division multiplexing so as to insert BPSK-modulate carrier-synchronization auxiliary signals (or carrier-synchronization auxiliary signals upon which the differentially encoded number-of-phases information of the PSK-modulated wave of the next packet is superposed) into each packet in the cycle of the packets which are the minimum units where the modulating systems change. The demodulator performs carrier reproduction by extracting the BPSK-modulated carrier-synchronization auxiliary signals (and BPSK-modulated main signals).



- 11...FRAME SYNCHRONIZING SIGNAL/TMCC SIGNAL GENERATING SECTION
- 12...TS PACKET SYNTHESIZING SECTION
- 13...TMCC ERROR CORRECTING CODING SECTION
- 14...FIRST ERROR CORRECTING CODING SECTION
- 15...SECOND ERROR CORRECTING CODING SECTION
- 16...FIRST BPSK MAPPING SECTION
- 17...BPSK/GPSK MAPPING SECTION
- 18...BPSK MAPPING SECTION
- 19...MULTIPLEXING/ORTHOGONAL MODULATING SECTION
- 20...SYNCHRONIZATION AUXILIARY SIGNAL GENERATING SECTION
- 21...SECOND BPSK MAPPING SECTION
- a...TMCC INFORMATION
- b...LOW-LAYER MAIN SIGNAL
- c...HIGH-LAYER MAIN SIGNAL

(57)要約

本発明は、時分割多重 n 相P S K変調信号に対し、低C/N時において復調装置でのキャリア同期を安定かつ高速に行う変調・復調装置および方法を提供することを目的とする。

変調装置では、変調方式が切り替わる最小単位であるパケットの周期で、各パケット内にB P S K変調されたキャリア同期補助信号（または、次のパケットのP S K変調波の位相数情報を差動符号化して重畳させたキャリア同期補助信号）を挿入するように時分割多重を行う。復調装置では、このB P S K変調されたキャリア同期補助信号（および、B P S K変調された主信号）の部分を抜き出して搬送波再生を行う。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロバキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GDE	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BJ	ベナン	HR	クロアチア		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	UG	ウガンダ
BY	ベラルーシ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	US	米国
CA	カナダ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UZ	ウズベキスタン
CF	中央アフリカ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	VN	ヴェトナム
CG	コンゴ	IN	インド	MX	メキシコ	YU	ユーゴスラビア
CH	スイス	IS	アイスランド	NE	ニジェール	ZA	南アフリカ共和国
CI	コートジボアール	IT	イタリア	NL	オランダ	ZW	ジンバブエ
CM	カメルーン	JP	日本	NO	ノルウェー		
CN	中国	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CU	キューバ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
CY	キプロス	KR	韓国	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	RU	ロシア		
DK	デンマーク			SD	スーダン		
EE	エストニア			SE	スウェーデン		

明細書

変調・復調装置および方法

技術分野

本発明は、変調・復調装置および方法に関し、より特定的には、デジタル衛星放送システムに使用される変調・復調装置および方法に関する。

背景技術

従来から、デジタル衛星放送システムに使用される変調装置および方法として、加藤・橋本著の文献「衛星 I S D B 伝送方式の検討」映像情報メディア学会技術報告, BCS' 97-12 (Mar. 1997) (以下、従来の文献という) に記載されたものが知られている。

この従来の文献に記載されている変調装置および方法では、2つのデータストリームを独立に伝送することを可能としている。すなわち、低階層信号と高階層信号とに対してそれぞれ独立に誤り訂正を施し、低階層信号と高階層信号とを適当なパケット数ずつ集めて総パケット数を一定値とするフレームを構成する。ここで、従来の変調装置は、低階層信号には B P S K (2 相位相変調; Binary Phase Shift Keying) または Q P S K (4 相位相変調; Quaternary Phase Shift Keying) を施し、高階層信号には 8 P S K (8 相位相変調; 8 Phase Shift Keying) を施して時分割多重にて伝送する。また、従来の変調装置は、フレーム同期信号とフレーム内の各階層の区切りおよび各階層の変調モードを示す伝送多重制御 (T M C C ; Transmission Multiplexing Configuration Control) 信号とを、最も低い C / N (搬送波電力 / 雑音電力) でも安定受信することができる B P S K を施して伝送する。

以下、この従来の変調装置および方法を、図 7 7 ~ 図 8 0 を用いて簡単に説明

する。図 77 は、従来の変調装置の構成を示すブロック図である。図 78 は、従来の復調装置から出力される通信フレームの構造を示す図である。図 79 は、BPSK、QPSK および 8PSK の符号配置へのマッピングを示す図である。図 80 は、従来の変調装置および方法における MPEG のデータ構造、およびフレーム構造を示す図である。

図 77 において、従来の変調装置は、フレーム同期信号/TMCC 信号生成部 1001 と、TS パケット合成部 1002 と、TMCC 誤り訂正符号化部 1003 と、第 1 の誤り訂正符号化部 1004 と、第 2 の誤り訂正符号化部 1005 と、BPSK マッピング部 1006 と、BPSK/QPSK マッピング部 1007 と、8PSK マッピング部 1008 と、多重化/直交変調部 1009 とを備える。

フレーム同期信号/TMCC 信号生成部 1001 は、入力する TMCC 情報に基づいてフレーム同期信号/TMCC 信号を生成する。このフレーム同期信号/TMCC 信号は、TMCC 誤り訂正符号化部 1003 において誤り訂正符号化がされた後、BPSK マッピング部 1006 に入力される。BPSK マッピング部 1006 は、入力するフレーム同期信号および TMCC 信号を、図 79 (a) に示す BPSK の符号配置にマッピングし、多重化/直交変調部 1009 へ出力する。

TS パケット合成部 1002 は、入力する複数の MPEG-TS パケット (図 80 (a)) を合成して、低階層信号のパケット群と高階層信号のパケット群から構成され、総パケット数が一定値となるフレーム (図 80 (b)) を生成する。このフレームの内、低階層信号のパケット群は、第 1 の誤り訂正符号化部 1004 において誤り訂正符号化がされた後、BPSK/QPSK マッピング部 1007 に入力される。BPSK/QPSK マッピング部 1007 は、入力する低階層信号を、図 79 (a) に示す BPSK の符号配置、もしくは図 79 (b) に示す QPSK の符号配置にマッピングし、多重化/直交変調部 1009 へ出力する。

。一方、上記フレームの内、高階層信号のバケット群は、第2の誤り訂正符号化部1005において誤り訂正符号化がされた後、8PSKマッピング部1008に入力される。8PSKマッピング部1008は、入力する高階層信号を、図79(c)に示す8PSKの符号配置にマッピングし、多重化／直交変調部1009へ出力する。

そして、多重化／直交変調部1009は、各マッピング部から入力された各信号を、図78に示す並びで時分割多重して通信フレームを生成した後、直交変調を行い復調装置へ出力する。ここで、図78でわかるように、多重化／直交変調部1009は、BPSKが施されたフレーム同期信号およびTMCC信号、8PSKが施された高階層信号のバケット群、およびBPSKまたはQPSKが施された低階層信号のバケット群を単位として時分割多重を行い通信フレームを生成する。

次に、上記従来の変調装置において生成された通信フレームを入力して復調する復調装置を、図81を用いて説明する。図81は、従来の復調装置の構成を示すブロック図である。

図81において、従来の復調装置は、直交検波部1101と、PSK復調部1102と、BER(Bit Error Rate)検出部1103と、TMCCデコーダ1104と、誤り訂正部1105と、ビデオデコーダ1106とを備える。

変調装置から送信される通信フレームは、直交検波部1101に入力される。直交検波部1101は、入力された通信フレーム内の各信号を内部の局部発振器により直交検波してデジタル化し、PSK復調部1102およびTMCCデコーダ1104へ出力する。

まず、PSK復調部1102は、入力する通信フレームの各信号がすべて8PSKが施された信号とみなして周波数補正および位相補正を行い、I、Q信号への復調を行う。ここで、TMCCデコーダ1104は、この状態でBPSKが施されたフレーム同期信号を検出し、通信フレームの先頭を認識すると同時に、8

相の位相のうちどの位相でP S K復調部1102が位相同期しているかを検出する。また、T M C Cデコーダ1104は、フレーム同期信号に後続するT M C C信号を検出することにより各階層信号に施されている位相変調の構成を識別して、位相補正のための位相誤差検出における復調装置側の位相基準を各位相変調に対応するものに切り替える。

そして、P S K復調部1102は、復調したI，Q信号が8相の位相のうちどの位相に位相同期したかという位相情報をもとにマッピングし直し、絶対位相化したI，Q信号に変換して後段の誤り訂正部1105へ出力する。

誤り訂正部1105は、独立に2系統の誤り訂正回路を有しており、復号したT M C C信号に基づいてP S K復調部1102で復調された信号をバケット単位で振り分けて誤り訂正を施した後、時分割多重伝送のために時間軸上で並び替えたバケットの順番を元に戻す作業を行う。この出力は、ビデオデコーダ1106へ出力される。

B E R検出部1103は、誤り訂正符号化の一種であるトレリス符号化が施されている復調した8 P S K信号に対し、トレリス復号を行って得た信号に再度トレリス符号化を施して、復調した8 P S K信号と比較することにより高階層信号のB E Rをモニタする。その結果、高階層の復号映像の品質が許容値を下回ったと判断された場合には、B E R検出部1103は、伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の映像信号を出力するようにビデオデコーダ1106に信号を制御する。

以上のような処理により、従来の変調・復調装置および方法では、受信中に降雨等により伝送路の品質が劣化してもサービスの視聴を継続できるようにしている。

上述したように、上記従来の変調装置では、低階層信号と高階層信号とに対してそれぞれ独立に誤り訂正を施し、低階層信号には伝送効率は低い但伝送信頼性が高いB P S KまたはQ P S Kを、高階層信号には伝送効率は高い但伝送信頼性

が低い 8 P S K をそれぞれ施し、それらを時分割多重にて送信している。

これに対し、上記従来の復調装置においては、まず、入力する通信フレームの各信号をすべて 8 P S K が施された信号とみなして周波数補正および位相補正を行う。そして、キャリア同期ができた後は T M C C 信号を復号して各階層信号に施された位相変調の構成を識別して各信号ごとに復調すると共に、B E R を検出することで伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の信号を選択できるようにしている。

しかしながら、上記従来の復調装置では、8 P S K による復調（周波数補正および位相補正）ができない低 C / N 時に電源投入やチャンネル選択等の動作を行った場合、キャリア同期ができない、すなわち、サービスの視聴ができないという問題があった。

それ故、本発明の目的は、低 C / N 時において復調装置の電源投入やチャンネル選択等の動作を行っても、安定かつ高速にキャリア同期を行うことができる変調・復調装置および方法を提供することである。

発明の開示

第 1 の局面は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、

複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、

データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、

キャリア同期補助信号が、通信フレーム内で等時間間隔に分散するように、変調信号およびキャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備える。

上記のように、第1の局面によれば、復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

第2の局面は、第1の局面において、キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする。

上記のように、第2の局面は、第1の局面におけるキャリア同期補助信号の典型的な時分割多重形態を特定したものである。

第3の局面は、第1および第2の局面において、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

上記のように、第3の局面によれば、第1および第2の局面において、次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳した復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信号および最小位相変調が施された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

第4の局面は、第3の局面において、入力する信号に対し差動符号化を施して出力する差動符号化手段をさらに備え、

信号生成手段は、差動符号化手段において差動符号化された後の信号に対し、データに施した複数の位相変調の内の最小位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成することを特徴とする。

上記のように、第4の局面によれば、第3の局面において、次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳した復調装置においてキャリア同期を補助する信号

を、差動符号化を施した後に生成する。これにより、復調装置においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号することができる。

第5の局面は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、

データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が通信フレーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重することを特徴とする。

上記のように、第5の局面によれば、復調動作の際においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを構築する。これにより、復調動作の際において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

第6の局面は、第5の局面において、キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする。

上記のように、第6の局面は、第5の局面におけるキャリア同期補助信号の典型的な時分割多重形態を特定したものである。

第7の局面は、第5および第6の局面において、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

上記のように、第7の局面によれば、第5および第6の局面において、復調動作の際において次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調動作の際において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたキャリア同期補助信

号および最小位相変調が施された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

第8の局面は、第7の局面において、キャリア同期補助信号は、差動符号化された後の信号に対し、データに施した複数の位相変調の内の最小位相変調を施すことにより生成されることを特徴とする。

上記のように、第8の局面によれば、第7の局面において、復調動作の際において次のバケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を差動符号化を施した後に生成する。これにより、復調動作の際においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号することができる。

第9の局面は、複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調が施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、

通信フレーム内の予め定めた信号期間の周波数誤差を検出して周波数ずれの補正を行う周波数補正手段と、

通信フレーム内の予め定めた信号期間の位相誤差を検出して位相ずれの補正を行う位相補正手段と、

周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、遅延検波を用いて通信フレームの同期信号を検出することでフレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、

フレーム同期検出手段で検出したフレーム先頭位置に基づいて、最小位相変調が施された期間のうち少なくともキャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出し、当該同期信号期間を与えるタイミング信号を生成するタイミング生成手段とを備え、

周波数補正手段および位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間において、最小位相変調に従った補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第9の局面によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号を用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

第10の局面は、第9の局面において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

上記のように、第10の局面によれば、第9の局面において、周波数引き込み検出手段を設け、周波数補正手段において位相補正手段が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

第11の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

位相同期検出手段と誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、

疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

上記のように、第11の局面によれば、第9の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出

とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

第12の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、

第1の位相同期検出手段と第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、

疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

上記のように、第12の局面によれば、第9の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

第13の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

位相同期検出手段と誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定

する擬似同期判定手段と、

擬似同期判定手段の判定の結果、擬似同期である場合は、位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする。

上記のように、第13の局面によれば、第9の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、擬似同期の場合には、周波数補正手段の周波数を制御して位相補正手段で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における擬似同期の回避が可能になる。

第14の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、

第1の位相同期検出手段と第2の位相同期検出手段との検出結果から擬似同期か否かを判定する擬似同期判定手段と、

擬似同期判定手段の判定の結果、擬似同期である場合は、位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする。

上記のように、第14の局面によれば、第9の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、擬似同期の場合には、周波数補正手段の周波数を制御して位相補正手段で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正手段による周

波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

第15の局面は、第13の局面において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

第16の局面は、第14の局面において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

上記のように、第15および第16の局面によれば、第13および第14の局面において、さらに周波数引き込み検出手段を設け、周波数補正手段において位相補正手段が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

第17の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

フレーム同期判定手段とC/N検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合

は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第17の局面によれば、第9の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

第18の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第18の局面によれば、第9の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときの C/N 状態を検出し、当該 C/N 状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低 C/N 状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第19の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号の C/N （搬送波電力/雑音電力）の状態を検出する C/N 検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第19の局面によれば、第9の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第20の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、

フレーム同期判定手段とBER検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第20の局面によれば、第9の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの

主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

第21の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与

えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第21の局面によれば、第9の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第22の局面は、第9の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、

並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第22の局面によれば、第9の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときの C/N 状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該 C/N が予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基

準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／T M C C信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C／N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第23の局面は、第10～第16の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC／N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC／N検出手段と、

フレーム同期判定手段とC／N検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC／Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第24の局面は、第10，第12，第14および第16の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC／N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC／N検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（T M C C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信

号を出力する信号期間付与手段と、

信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第25の局面は、第11、第13および第15の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出

力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第26の局面は、第10、第12、第14および第16の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モ

ード切替手段と、

フレーム同期判定手段、 C/N 検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第27の局面は、第11、第13および第15の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号の C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出する C/N 検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、 C/N 検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信

フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第28の局面は、第10～第16の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

フレーム同期判定手段とBER検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第29の局面は、第10，第12，第14および第16の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信

号を出力する信号期間付与手段と、

信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第30の局面は、第11、第13および第15の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手

段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第31の局面は、第10，第12，第14および第16の局面において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付

与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

第32の局面は、第11、第13および第15の局面において、位相補正手段

の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート

信号生成手段とをさらに備え、

位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

上記のように、第23～第32の局面は、第10～第16の局面と第17～第22の局面とをそれぞれ組み合わせたものである。従って、第23～第32の局面は、それぞれ低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になり、かつ、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第33の局面は、第9～第32の局面において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波された位相変調信号から、伝送された信号を識別する1または2以上の位相識別手段と、

1または2以上の位相識別手段の出力とフレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、

1または2以上の位相識別手段は、フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域をそれぞれ有し、2以上の当該位相識別領域はそれぞれ異なった位相回転を施して並列に設置し、

照合手段は、位相識別領域の位相回転量が異なる位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする。

第34の局面は、第9～第32の局面において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波信号に予め定めた数種類の位相回転を与える複数の位相回転手段と、
複数の位相回転手段のそれぞれの出力に対し、位相識別を行う位相識別手段と

、
位相識別手段の出力とフレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを
備え、

位相識別手段は、フレーム同期信号が伝送される位相変調に対応する位相識別
領域を有し、遅延検波されて異なった位相回転が与えられたそれぞれの位相変調
信号に対し伝送された信号を識別し、

照合手段は、位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うこと
を特徴とする。

第35の局面は、第9～第32の局面において、フレーム同期検出手段は、
信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、
位相識別手段の識別位相を回転する識別位相回転手段と、

位相識別手段の出力とフレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備
え、

位相識別手段は、フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領
域を有し、位相回転手段は照合手段によりフレーム同期信号を検出するまで、位
相識別手段における位相識別領域の位相を回転させることを特徴とする。

第36の局面は、第9～第32の局面において、フレーム同期検出手段は、
信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波信号に位相回転を与える位相回転手段と、

位相回転手段の出力を入力して遅延検波された位相変調信号から伝送された信
号を識別する位相識別手段と、

位相識別手段の出力とフレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備
え、

照合手段によりフレーム同期信号を検出するまで、位相回転手段の位相を回転させることを特徴とする。

上記のように、第33～第36の局面は、第9～第32におけるフレーム同期検出手段の典型的な構成を示したものである。これにより、入力周波数誤差が大きいときでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができる。

第37の局面は、第9～第36の局面において、周波数補正手段の出力信号を入力し、当該出力信号の帯域制限を行った後、位相補正手段へ出力する帯域制限フィルタをさらに備え、

フレーム同期検出手段は、周波数補正手段、または帯域制限フィルタ、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、フレーム先頭位置を検出することを特徴とする。

上記のように、第37の局面は、第9～第36の局面において、周波数補正手段が出力する位相変調信号をスペクトル整形する帯域制限フィルタをさらに構成に加えたものである。従って、第37の局面の効果は、それぞれ第9～第36の局面の効果と同様である。

第38の局面は、第9～第37の局面において、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、

情報に基づいて最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号をタイミング生成手段へ出力する情報検出手段をさらに備え、

タイミング生成手段は、同期信号期間に加え、最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする。

上記のように、第38の局面によれば、第9～第37の局面において、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助

信号を含む最小位相変調信号に加え、最小位相変調がなされている主信号をも用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

第39の局面は、第13～第16の局面において、周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数を f_g [Hz] とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$) に基づいて位相補正手段に入力する周波数を段階的にずらすことを特徴とする。

上記のように、第39の局面によれば、第13～第16の局面において、周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数 f_g をステップ単位として、周波数を正負交互に順に大きくするようにずらす。これにより、疑似同期である場合であっても上記ステップ動作を繰り返すことで、最終的に正常同期を行うことができる。

第40の局面は、複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームの復調方法であって、

通信フレームの同期信号を検出することで、最小位相変調が施された期間のうち少なくともキャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出するステップと、

同期信号期間において、最小位相変調に従った周波数および位相の補正動作を行うステップとを備える。

上記のように、第40の局面によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号を用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。また、入力周波数誤差が大きいときでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くして

キャリア同期を行うことができる。

第41の局面は、第40の局面において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

上記のように、第41の局面によれば、第40の局面において、周波数引き込み状態の検出を行い、周波数補正動作において位相補正動作が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

第42の局面は、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

上記のように、第42の局面によれば、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

第43の局面は、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

上記のように、第43の局面によれば、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

第44の局面は、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える。

上記のように、第44の局面によれば、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正動作の周波数を制御して位相補正動作で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

第45の局面は、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の位相同期状態とから擬似同期か否かを判定するステップと、

判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える。

上記のように、第45の局面によれば、第40の局面において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正動作の周波数を制御して位相補正動作で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

第46の局面は、第44の局面において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

第47の局面は、第45の局面において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

上記のように、第46および第47の局面によれば、第44および第45の局面において、さらに周波数引き込み状態の検出を行い、周波数補正動作において位相補正動作が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正

動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

第48の局面は、第40の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、通信フレームの全期間で位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

上記のように、第48の局面によれば、第40の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

第49の局面は、第40の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、

当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

上記のように、第49の局面によれば、第40の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときの C/N 状態を検出し、当該 C/N 状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低 C/N 状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第50の局面は、第40の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N （搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対し C/N が高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を

検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

上記のように、第50の局面によれば、第40の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第51の局面は、第40の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

上記のように、第51の局面によれば、第40の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を

行う。これにより、低 C/N 状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

第52の局面は、第40の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

上記のように、第52の局面によれば、第40の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときの C/N 状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該 C/N 状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低 C/N 状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して

、受信性能を向上することができる。

第53の局面は、第40の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

上記のように、第53の局面によれば、第40の局面において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する

基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号／T M C C信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第54の局面は、第41～第47の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第55の局面は、第41，第43，第45および第47の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（T M C C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第56の局面は、第42、第44および第46の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第57の局面は、第41、第43、第45および第47の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を

検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第58の局面は、第42，第44および第46の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第59の局面は、第41～第47の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間

以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第60の局面は、第41、第43、第45および第47の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第61の局面は、第42、第44および第46の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調

が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第62の局面は、第41、第43、第45および第47の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対し C/N が高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

第63の局面は、第42、第44および第46の局面において、位相同期の状態を検出するステップと、

フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

上記のように、第54～第63の局面は、第41～第47の局面と第48～第53の局面とをそれぞれ組み合わせたものである。従って、第54～第63の局面は、それぞれ低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になり、かつ、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

第64の局面は、第40～第63の局面において、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、

情報に基づいて最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位

相変調期間を与える信号をタイミング信号を生成するステップへ出力し、タイミング信号を生成するステップは、同期信号期間に加え、最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする。

上記のように、第64の局面によれば、第40～第63の局面において、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号に加え、最小位相変調がなされている主信号をも用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

第65の局面は、第44～第47の局面において、周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数を f_g [Hz] とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$) に基づいて位相補正動作を行う周波数を段階的にずらすことを特徴とする。

上記のように、第65の局面によれば、第44～第47の局面において、周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数 f_g をステップ単位として、周波数を正負交互に順に大きくするようにずらす。これにより、疑似同期である場合であっても上記ステップ動作を繰り返すことで、最終的に正常同期を行うことができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態に係る変調装置の構成を示すブロック図である。

図2は、本発明の一実施形態に係る変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

図3は、図1の多重化／直交変調部19の構成の一例を示すブロック図である。

図4は、本発明の第1の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図5は、本発明の第1の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図6は、フレーム同期検出部35が検出する信号およびタイミング生成部36が生成するタイミング信号を示す図である。

図7は、フレーム同期検出部35の実施例1の構成を示すブロック図である。

図8は、フレーム同期検出部35の実施例2の構成を示すブロック図である。

図9は、フレーム同期検出部35の実施例3の構成を示すブロック図である。

図10は、フレーム同期検出部35の実施例4の構成を示すブロック図である。

。

図11は、フレーム同期検出部35の実施例5の構成を示すブロック図である。

。

図12は、フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

図13は、フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

図14は、周波数補正における周波数ずれを説明する図である。

図15は、フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

図16は、フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

図17は、周波数補正部32のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

図18は、位相補正部34のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

図19は、位相補正における位相ずれを説明する図である。

図20は、位相補正部34で生じる疑似同期を説明する図である。

図21は、位相補正部34で生じる疑似同期を説明する図である。

図22は、本発明の第2の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図23は、本発明の第2の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図24は、周波数引き込み判定部42のさらに詳細な構成を示すブロック図で

ある。

図 2 5 は、位相補正部 3 4 A のさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。

図 2 6 は、位相補正部 3 4 A のさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。

図 2 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 2 8 は、本発明の第 3 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図 2 9 は、位相同期検出部 4 3 の実施例 1 の構成を示すブロック図である。

図 3 0 は、位相同期検出部 4 3 の実施例 2 の構成を示すブロック図である。

図 3 1 は、位相同期検出部 4 3 の位相同期判定部 4 3 7 において設定するしきい値の一例を説明する図である。

図 3 2 は、図 2 7 の疑似同期判定部 4 5 で行う疑似同期判定の動作原理を説明する図である。

図 3 3 は、本発明の第 4 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 3 4 は、タイミング生成部 3 6 が生成する他のタイミング信号を示す図である。

図 3 5 は、図 3 3 の疑似同期判定部 4 5 で行う疑似同期判定の動作原理を説明する図である。

図 3 6 は、本発明の第 5 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 3 7 は、本発明の第 5 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図 3 8 は、図 3 6 の疑似同期判定部 4 5 の構成の一例を示すブロック図である。

。

図 39 は、周波数ステップ部 46 の構成を示すブロック図である。

図 40 は、周波数ステップ部 46 における各信号波形を示す図である。

図 41 は、周波数ステップの動作原理を説明する図である。

図 42 は、本発明の第 6 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 43 は、本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 44 は、本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図 45 は、本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 46 は、位相ジッタを説明する図である。

図 47 は、位相ジッタと C/N との関係を説明する図である。

図 48 は、本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 49 は、本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図 50 は、フレーム同期判定部 47 の構成を示すブロック図である。

図 51 は、 C/N 検出部 48 の構成を示すブロック図である。

図 52 は、ゲート信号選択部 49 の構成を示すブロック図である。

図 53 は、位相補正部 34B の位相誤差検出部 341 の構成を示すブロック図である。

図 54 は、位相補正部 34B の位相誤差検出部 341 が行う位相誤差検出動作を説明する図である。

図 55 は、本発明の第 10 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図

である。

図56は、本発明の第10の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図57は、C/N検出部48Aの構成を示すブロック図である。

図58は、ゲート信号選択部49Aの構成を示すブロック図である。

図59は、復調モード切替部50が入力する各タイミング信号と出力する復調モード信号とを示す図である。

図60は、位相補正部34Cの位相誤差検出部341の構成を示すブロック図である。

図61は、位相補正部34Cの位相誤差検出部341が行う位相誤差検出動作を説明する図である。

図62は、本発明の第11の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図63は、本発明の第11の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図64は、ゲート信号選択部49Bの構成を示すブロック図である。

図65は、復調モード切替部50Aの構成を示すブロック図である。

図66は、本発明の第12の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図67は、BER検出部51の構成を示すブロック図である。

図68は、C/Nとビット誤り率との関係を示す図である。

図69は、本発明の第13の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図70は、BER検出部51Aの構成を示すブロック図である。

図71は、本発明の第14の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

図 7 2 は、本発明の一実施形態に係る他の変調装置の構成を示すブロック図である。

図 7 3 は、本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

図 7 4 は、本発明の一実施形態に係る他の復調装置の構成を示すブロック図である。

図 7 5 は、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 の構成を示すブロック図である。

図 7 6 は、タイミング生成部 3 6 A が生成するタイミング信号を示す図である。

図 7 7 は、従来の変調装置の構成を示すブロック図である。

図 7 8 は、従来の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

図 7 9 は、B P S K、Q P S K および 8 P S K の符号配置へのマッピングを示す図である。

図 8 0 は、従来の変調装置および方法における M P E G のデータ構造、およびフレーム構造を示す図である。

図 8 1 は、従来の復調装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明は、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む B P S K を用いて、低 C/N 状態においても高速かつ安定なキャリア同期を可能とする変調・復調装置および方法である。

以下、本発明の各実施形態について、変調装置および方法（送信系）と復調装置および方法（受信系）とを順に説明する。

(1) 送信系

図1は、請求項1～3，6～8に対応する、本発明の一実施形態に係る変調装置の構成を示すブロック図である。図1において、本発明の一実施形態に係る変調装置は、フレーム同期信号/TMCC信号生成部11と、TSパケット合成部12と、TMCC誤り訂正符号化部13と、第1の誤り訂正符号化部14と、第2の誤り訂正符号化部15と、第1のBPSKマッピング部16と、BPSK/QPSKマッピング部17と、8PSKマッピング部18と、多重化/直交変調部19と、同期補助信号生成部20と、第2のBPSKマッピング部21とを備える。

図2は、本発明の一実施形態に係る変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。図3は、図1の多重化/直交変調部19の構成の一例を示すブロック図である。

以下、本発明の一実施形態に係る変調装置が行う動作を説明する。

フレーム同期信号/TMCC信号生成部11は、入力するTMCC情報に基づいてフレーム同期信号/TMCC信号を生成する。このフレーム同期信号/TMCC信号は、TMCC誤り訂正符号化部13において誤り訂正符号化がされた後、BPSKマッピング部16に入力される。BPSKマッピング部16は、入力するフレーム同期信号およびTMCC信号を、BPSKの符号配置にマッピングし(図79(a)を参照)、多重化/直交変調部19へ出力する。

TSパケット合成部12は、入力する複数のMPEG-TSパケット(図80(a)を参照)を合成して、低階層信号のパケット群と高階層信号のパケット群とから構成され、総パケット数が一定値となるフレーム(図80(b)を参照)を生成する。このフレームの内、低階層信号のパケット群は、第1の誤り訂正符号化部14において誤り訂正符号化がされた後、BPSK/QPSKマッピング部17に入力される。BPSK/QPSKマッピング部17は、入力する低階層信号を、BPSKの符号配置(図79(a)を参照)、もしくはQPSKの符号

配置（図79（b）を参照）にマッピングし、多重化／直交変調部19へ出力する。一方、上記フレームの内、高階層信号のバケット群は、第2の誤り訂正符号化部15において誤り訂正符号化がされた後、8PSKマッピング部18に入力される。8PSKマッピング部18は、入力する高階層信号を、8PSKの符号配置にマッピングし（図79（c）を参照）、多重化／直交変調部19へ出力する。

同期補助信号生成部20は、後述する復調装置においてキャリア同期を補助するための信号（以下、キャリア同期補助信号と略す）を生成する。第2のBPSKマッピング部21は、同期補助信号生成部20が生成したキャリア同期補助信号を入力し、BPSKの符号配置にマッピングした後（図79（a）を参照）、多重化／直交変調部19へ出力する。

このように、キャリア同期補助信号にBPSKのマッピングを施すのは、復調装置が時分割多重された複数の位相変調のうちBPSKの部分によって搬送波再生ができるようにするためである。

そして、多重化／直交変調部19は、各マッピング部から入力した各信号を、図2に示す並びで時分割多重して通信フレームを生成した後、直交変調を行い出力する。ここで、図2でわかるように、多重化／直交変調部19は、BPSKが施されたフレーム同期信号およびTMCC信号、8PSKが施された高階層信号のバケット群、およびBPSKまたはQPSKが施された低階層信号のバケット群を単位として時分割多重を行うとともに、BPSK変調されたキャリア同期補助信号が、変調方式が切り替わる最小単位であるバケット内に分散するように時分割多重（挿入）を行って、通信フレームを生成する。

この時分割多重は、例えば、図3に示すような回路を用いて、1フレームのシンボル数をカウントするフレームカウンタの出力信号から各信号の挿入タイミングを制御するゲート信号を生成し、各々のスイッチを切り換えることで行えばよい。

なお、後述する復調装置において説明するが、キャリア同期補助信号は、遅延検波が可能となるように２シンボル以上連続して挿入する。また、復調特性を向上させるために、キャリア同期補助信号の挿入周期をできるだけ短く、具体的には２００シンボル程度、若しくはそれ以下にするのが好ましい。

以上のように、本発明の一実施形態に係る変調装置によれば、復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低Ｃ／Ｎ状態に対して強いＢＰＳＫにより変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。

これにより、復調装置において、低Ｃ／Ｎ状態においてもパケット内に分散させたＢＰＳＫのキャリア同期補助信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

（２）受信系

次に、上述した本発明の一実施形態に係る変調装置において生成された通信フレームを復調する復調装置および方法を、以下順に説明する。

なお、以下の説明において、第１の実施形態が基本となる復調装置であり、第２～第８の実施形態は、第１の実施形態に対しさらに擬似同期を回避した復調装置、第９～第１４の実施形態は、第１の実施形態に対しさらに位相雑音を低減した復調装置である。

（第１の実施形態）

図４は、請求項９，３７，４０に対応する、本発明の第１の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図４において、第１の実施形態に係る復調装置は、直交検波部３１と、周波数補正部３２と、帯域制限フィルタ３３と、位相補正部３４と、フレーム同期検出部３５と、タイミング生成部３６と、第１の誤り訂正部３７と、第２の誤り訂正部３８と、ビデオデコーダ３９と、ＴＭＣＣデコーダ４０と、ＢＥＲ測定部４１とを備える。

また、周波数補正部３２は、周波数誤差検出部３２１と、周波数誤差保持部３

2 2 と、数値制御発振部 3 2 3 と、複素乗算部 3 2 4 とを備える。位相補正部 3 4 は、位相誤差検出部 3 4 1 と、位相誤差保持部 3 4 2 と、数値制御発振部 3 4 3 と、複素乗算部 3 4 4 とを備える。

なお、図 4 において、太線かつ “/ 2” で示している信号線は、複素表現される信号の信号線を示している（以下、各図面において同様とする）。

まず、第 1 の実施形態に係る復調装置の概略を説明する。

直交検波部 3 1 は、入力する通信フレーム内の各 P S K 変調信号を固定周波数の局部発振信号を用いて直交検波により復調し、同相成分（I），直交成分（Q）の等化低域信号を出力する。周波数補正部 3 2 は、直交検波部 3 1 が出力する信号を入力し、衛星アンテナにおける周波数変換器（図示せず）等の周波数ずれに起因する周波数ずれを、タイミング生成部 3 6 から受けるタイミング信号に基づいて補正する。

この周波数補正部 3 2 の各構成について簡単に説明する。周波数誤差検出部 3 2 1 は、帯域制限フィルタ 3 3 が出力する信号を入力し、遅延検波を行って周波数誤差を検出する。周波数誤差保持部 3 2 2 は、タイミング生成部 3 6 からの出力信号に従って、周波数誤差検出部 3 2 1 が検出した周波数誤差のうち B P S K 期間における周波数誤差の平均化を行う。数値制御発振部 3 2 3 は、周波数誤差保持部 3 2 2 が出力する平均化信号に対し、数値演算を行い発振信号を出力する。複素乗算部 3 2 4 は、直交検波部 3 1 が出力する信号と数値制御発振部 3 2 3 が出力する信号とを複素乗算して周波数誤差を打ち消す。

帯域制限フィルタ 3 3 は、周波数補正部 3 2 が出力する信号を入力し、各 P S K 信号のスペクトル整形を行う。フレーム同期検出部 3 5 は、帯域制限フィルタ 3 3 が出力する信号を入力し、遅延検波によって B P S K 変調されたフレーム同期信号、すなわち通信フレームの先頭を検出する。タイミング生成部 3 6 は、フレーム同期検出部 3 5 で検出されたフレーム先頭の情報に基づいて、1 通信フレーム内のフレーム同期信号 / T M C C 信号の期間およびキャリア同期補助信号の

期間を検出し、その期間に応じたタイミング信号（ゲート信号）を生成する。位相補正部 3 4 は、帯域制限フィルタ 3 3 が出力する信号を入力し、その位相ずれをタイミング生成部 3 6 から受けるタイミング信号に基づいて補正する。

この位相補正部 3 4 の各構成について簡単に説明する。位相誤差検出部 3 4 1 は、帯域制限フィルタ 3 3 が出力する信号を複素乗算部 3 4 4 を介して入力し、予め定めた基準位相に対する位相差を検出する。位相誤差保持部 3 4 2 は、タイミング生成部 3 6 からの出力信号に従って、位相誤差検出部 3 4 1 が検出した位相誤差のうち B P S K 期間における位相誤差の平均化を行う。数値制御発振部 3 4 3 は、位相誤差保持部 3 4 2 が出力する平均化信号に対し、数値演算を行い発振信号を出力する。複素乗算部 3 4 4 は、帯域制限フィルタ 3 3 が出力する信号と数値制御発振部 3 4 3 が出力する信号とを複素乗算して位相誤差を打ち消す。

第 1 の誤り訂正部 3 7 は、位相補正部 3 4 から出力される信号を入力し、変調装置において高階層パケット群および低階層パケット群に個別に誤り訂正符号化された主信号を、パケット単位で誤り訂正を施し、また時分割多重伝送のために時間軸上で並び替えたパケットの順番を元に戻す作業を行う。この出力は、ビデオデコーダ 4 0 へ出力される。第 2 の誤り訂正部 3 8 は、位相補正部 3 4 から出力される信号を入力し、変調装置において誤り訂正符号化された T M C C 信号の誤り訂正を施す。この出力は、T M C C デコーダ 4 0 に出力される。T M C C デコーダ 4 0 は、フレーム内の各階層の区切りと各階層の変調モードを表す T M C C 情報を検出する。B E R 測定部 4 1 は、誤り訂正符号化の一種であるトレリス符号化が施されている復調した 8 P S K 信号に対し、トレリス復号を行って得た信号に再度トレリス符号化を施して、復調した 8 P S K 信号と比較することにより高階層信号の B E R をモニタする。その結果、高階層の復号映像の品質が許容値を下回ったと判断された場合には、B E R 測定部 4 1 は、伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の映像信号を出力するようにビデオデコーダ 4 0 を制御する。

次に、第1の実施形態に係る復調装置が行う動作を、処理の流れに沿って図5～図19をさらに参照して詳細に説明する。

図5は、第1の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。図6は、フレーム同期検出部35が検出する信号およびタイミング生成部36が生成するタイミング信号を示す図である。図7～図11は、フレーム同期検出部35の各実施例の構成を示すブロック図である。図12～図16は、フレーム同期検出部35の各実施例における位相関係を説明する図である。図17は、周波数補正部32のさらに詳細な構成を示すブロック図である。図18は、位相補正部34のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

図5を参照して、復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部31に入力される信号に対し、まずフレーム同期検出部35においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップS101）。この検出により、図6（b）に示すように、通信フレームの先頭、すなわちフレーム同期信号/TMCC信号の先頭を検出することができる。

ここで、このようなフレーム先頭の検出を実現するフレーム同期検出部35としては、具体的な構成の実施例が5つ考えられる。以下、これらの5つの実施例を順に説明する。

（フレーム同期検出部35の実施例1）

図7は、請求項33に対応する、フレーム同期検出部35の実施例1の構成を示すブロック図である。図7において、実施例1は、遅延検波部351と、位相識別部352と、照合部353とを備える。

遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部352は、遅延検波部351が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。ここで、位相識別部352は、検出対象であるフレーム同期信号がBPSK変調信号であるため、図12に示すように、遅延検波部351の出力信号

の位相が -90 度以上 90 度以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 90 度以上 180 度以下若しくは -180 度以上 -90 度以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。照合部353は、位相識別部352が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。

（フレーム同期検出部35の実施例2）

上記実施例1において、遅延検波部351に入力される位相変調信号に周波数ずれが存在する場合、遅延検波部351の出力は、図14に示すように位相ずれが存在することになる（図中×印）。また、それに加え低C/N時では図15に示すようになり、上記実施例1の位相識別方法では位相誤りが発生する。

そこで、実施例2は、これに対応したものである。

図8は、請求項33に対応する、フレーム同期検出部35の実施例2の構成を示すブロック図である。図8において、実施例2は、遅延検波部351と、第1～第3の位相識別部352a～352cと、照合部353とを備える。

遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。第1～第3の位相識別部352a～352cは、遅延検波部351が出力する信号の位相をそれぞれ識別してデータを復号する。ここで、第1～第3の位相識別部352a～352cは、図13に示すように、それぞれ 180 度の位相識別領域を有し、またその位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転が施されている。

例えば、第1の位相識別部352aは、図13（a）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が -90 度以上 90 度以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 90 度以上 180 度以下若しくは -180 度以上 -90 度以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。また、第2の位相識別部352bは、図13（b）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が（

$-90 + \alpha$ 度以上 $(90 + \alpha)$ 度以下 (A領域) にある場合は「0」を出力し、 $(90 + \alpha)$ 度以上 180 度以下若しくは -180 度以上 $(-90 + \alpha)$ 度以下 (B領域) にある場合は「1」を出力するように動作する。また、第3の位相識別部 352c は、図13(c) に示すように遅延検波部 351 の出力信号の位相が $(-90 - \alpha)$ 度以上 $(90 - \alpha)$ 度以下 (A領域) にある場合は「0」を出力し、 $(90 - \alpha)$ 度以上 180 度以下若しくは -180 度以上 $(-90 - \alpha)$ 度以下 (B領域) にある場合は「1」を出力するように動作する。照合部 353 は、第1～第3の位相識別部 352a～352c が出力する各信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合をそれぞれ行い、フレーム同期信号と一致したいずれか一つの信号に関してフレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部 353 において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。

(フレーム同期検出部 35 の実施例 3)

上記実施例 2 においては、位相識別部における座標軸に位相回転を施す、つまり位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転を施して位相識別を行った。しかし、位相識別部は位相回転を施さず、遅延検波部 351 の出力に位相回転を施して位相識別する方法も考えられる。

そこで、実施例 3 は、これに対応したものである。

図 9 は、請求項 34 に対応する、フレーム同期検出部 35 の実施例 3 の構成を示すブロック図である。図 9 において、実施例 3 は、遅延検波部 351 と、第1～第3の位相回転部 354a～354c と、3つの位相識別部 352 と、照合部 353 とを備える。

遅延検波部 351 は、帯域制限フィルタ 33 からの信号を入力し、現在の位相変調信号と 1 シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。第1～第3の位相回転部 354a～354c は、遅延検波部 351 が出力する信号を入力し、それぞれ異なる位相回転を施して出力する。3つの位相識別部 352

は、第1～第3の位相回転部354a～354cが出力する信号をそれぞれ入力し、同じ位相識別領域の基準位相によって識別しデータを復号する。照合部353は、3つの位相識別部352が出力する各信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合をそれぞれ行い、フレーム同期信号と一致したいずれか一つの信号に関してフレームの先頭位置を検出する。

以上により、遅延検波351の出力の位相識別は、等価的に図13で示すものと同様になり、上記実施例2と同様の効果が得られる。

なお、上記実施例2，3の説明では、3種類の位相回転を施した信号を照合するようにしたが、もっと多くの種類の位相回転を施した信号を用いて照合を行えば、遅延検波によるフレーム同期の精度を向上することができる。

(フレーム同期検出部35の実施例4)

図10は、請求項35に対応する、フレーム同期検出部35の実施例4の構成を示すブロック図である。図10において、実施例4は、遅延検波部351と、位相識別部352と、位相回転部355と、照合部353とを備える。

遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部352は、遅延検波部351が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。ここで、位相識別部352は、検出対象であるフレーム同期信号がBPSK変調信号であるため、180度の位相識別領域を有している(図12を参照)。照合部353は、位相識別部352が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。識別位相回転部355は、図16に示すように、位相識別部352に位相回転を施し、照合部353においてフレーム同期検出が得られるまで、その回転位相を変化させる。

(フレーム同期検出部35の実施例5)

上記実施例 4 においては、位相識別部における座標軸に位相回転を施す、つまり位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転を施して位相識別を行った。しかし、位相識別部は位相回転を施さず、遅延検波部 351 の出力に位相回転を施して位相識別する方法も考えられる。

そこで、実施例 5 は、これに対応したものである。

図 11 は、請求項 36 に対応する、フレーム同期検出部 35 の実施例 5 の構成を示すブロック図である。図 11 において、実施例 5 は、遅延検波部 351 と、位相回転部 354 と、位相識別部 352 と、照合部 353 とを備える。

遅延検波部 351 は、帯域制限フィルタ 33 からの信号を入力し、現在の位相変調信号と 1 シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相回転部 354 は、遅延検波部 351 が出力する信号を入力し、位相回転を施して出力する。ここで、位相回転部 354 は、照合部 353 においてフレーム同期検出が得られるまで、その回転位相を変化させる。位相識別部 352 は、位相回転部 354 が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。照合部 353 は、位相識別部 352 が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。

以上により、遅延検波 351 の出力の位相識別は、等価的に図 16 で示すものと同様になり、上記実施例 4 と同様の効果が得られる。

なお、上記実施例 1 ～実施例 5 のフレーム同期検出部 35 は、遅延検波を用いているため、周波数補正部 32 以降であれば、その設置位置としては、周波数補正部 32 の出力、帯域制限フィルタ 33 の出力、または位相補正部 34 の出力であれば、特に制限するものではない。また、後述するが、周波数補正部 32 においても遅延検波を用いているので、フレーム同期検出部 35 における遅延検波部 351 を周波数補正部 32 の遅延検波部と共用化することにより、回路規模の削減が可能になる。

再び図 5 を参照して、フレーム同期検出部 35 が検出したフレーム先頭信号は

、タイミング生成部 36 に入力される。タイミング生成部 36 は、フレーム同期検出部 35 で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1 通信フレーム内のフレーム同期信号/TMC C 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図 6 (c) に示すような当該期間に応じた BPSK タイミング信号を生成する (ステップ S102)。

なお、図 6 (d) に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じた BPSK タイミング信号であっても、本発明の有用な効果を奏することはもちろん可能である。

ここで、第 1 の実施形態に係る復調装置において、BPSK 期間で搬送波再生するためには、BPSK 変調されたキャリア同期補助信号の挿入間隔および挿入幅 (シンボル数) が重要になる。挿入間隔に関しては、その間隔が広くなるほど周波数補正部 32 および位相補正部 34 の保持状態が長くなり、少しでも周波数誤差が残留していれば、その間で変調信号の位相回転が起こるため、各 BPSK 期間で同期引き込み位相が 180 度異なったり、さらには同期不能になったりする。また、挿入シンボル数に関しては、周波数補正部 32 における周波数誤差検出では遅延検波を用い、1 シンボル間の位相ずれを検出してそれを周波数誤差としているため、最低 2 シンボルは必要になる。

従って、上述したように、変調装置において、キャリア同期補助信号は、2 シンボル以上連続して挿入し、挿入間隔は 200 シンボル程度、若しくはそれ以下にするのが好ましいのである。

そして、タイミング生成部 36 は、生成した BPSK タイミング信号 (図 6 (c) または図 6 (d)) を、周波数補正部 32 の周波数誤差保持部 322 および位相補正部 34 の位相誤差保持部 342 へそれぞれ出力する (図 4 を参照)。

次に、図 17 を参照して、周波数補正部 32 の動作を説明する。

図 17 において、周波数補正部 32 は、遅延検波部 321a と位相誤差検出部 321b とで構成される周波数誤差検出部 321 と、切替部 322a と定数発生

部 3 2 2 b と加算器 3 2 2 c と遅延部 3 2 2 d とで構成される周波数誤差保持部 3 2 2 と、加算器 3 2 3 a と遅延部 3 2 3 b とコサイン波発生部 3 2 3 c とサイン波発生部 3 2 3 d とで構成される数値制御発振部 3 2 3 と、複素乗算部 3 2 4 とを備える。

直交検波部 3 1 が出力する信号は、複素乗算部 3 2 4 および帯域制限フィルタ 3 3 を介して、周波数誤差検出部 3 2 1 の遅延検波部 3 2 1 a に入力される。遅延検波部 3 2 1 a は、現在の n 相 P S K 変調信号 ($n = 2^1, 2^2, 2^3 \dots$ 、以下同じ) と、その 1 シンボル前の n 相 P S K 変調信号の複素共役信号との複素乗算を行い、遅延検波出力を算出する。

この遅延検波出力の算出式を、下記式 (1) に示す。

$$\begin{aligned} \text{遅延検波出力} &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t1)) \cdot \\ &\quad \exp(-j(2\pi/n \cdot (D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t0)) \\ &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1 - D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts)) \\ &\quad \dots (1) \end{aligned}$$

$D1$: n 相 P S K 変調信号の現在のシンボルの位相状態 ($0 \sim (n-1)$)

$D0$: n 相 P S K 変調信号の 1 シンボル前の位相状態 ($0 \sim (n-1)$)

Δf : 等価低域信号の周波数ずれ [H z]

$t1$: 現在の時刻 [t]

$t0$: 1 シンボル前の時刻 [t]

Ts : シンボル周期 [t]

B P S K の場合、上記式 (1) により周波数ずれが無ければ遅延検波出力の位相状態は、図 1 4 中の ● 印に示すように $\pi \cdot n$ ($n = 0 \sim 1$) にある。しかし、周波数ずれ Δf があると、× 印に示すように $2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts (= \theta)$ 分、位相が ● 印よりずれることになる。

そこで、位相誤差検出部 3 2 1 b では、周波数ずれが無い場合の ● 印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の × 印との位相差を周波数誤差として検出

する。なお、直交座標系で処理しているので、位相差を検出するには本来 $\arctan(y/x)$ により算出することになるが、簡略化して周波数誤差と比例する量として、BPSKの場合、遅延検波信号のうち直交成分の誤差 Δy を周波数誤差として出力してもよい。

この位相誤差検出部 321b で検出した周波数誤差は、切替部 322a を介して加算器 322c および遅延部 322d からなるループフィルタに入力され、周波数誤差の平均化がなされる。ここで、周波数誤差保持部 322 は、1 通信フレーム内の BPSK 変調がされているフレーム同期信号/TMCC 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のみに得られる周波数誤差に関して平均化を行うため、タイミング生成部 36 が出力するタイミング信号を用いて切替部 322a の切換えを行う。この切替部 322a は、タイミング信号の BPSK 変調信号の期間（図 6（c）または（d）において H レベル期間）に位相誤差検出部 321b が出力する周波数誤差をループフィルタに入力し、それ以外の期間には、定数発生部 322b が発生する「定数 0」をループフィルタに入力するように切換えを行う。

そして、周波数誤差保持部 322 の出力信号は、数値演算発振部（NCO）323 を制御し、そこで得られる発振信号により、複素乗算部 324 で周波数誤差が打ち消される。これにより、周波数誤差が補正される（ステップ S103）。

なお、上記説明では、周波数誤差検出部 321 の入力信号は、帯域制限フィルタ 33 の出力信号としていたが、周波数誤差検出部 321 は遅延検波を用いているため、複素乗算部 324 の以降の信号であれば、つまり複素乗算部 324 の出力信号、帯域制限フィルタ 33 の出力信号、または位相補正部 34 の出力信号であれば特に制限するものではない。

次に、図 18 を参照して、位相補正部 34 の動作を説明する。

図 18 において、位相補正部 34 は、位相誤差検出部 341 と、切替部 342a と定数発生部 342b と加算器 342c、342e と遅延部 342d と保持部

3 4 2 f と増幅器 3 4 2 g とで構成される位相誤差保持部 3 4 2 と、加算器 3 4 3 a と遅延部 3 4 3 b とコサイン波発生部 3 4 3 c とサイン波発生部 3 4 3 d とで構成される数値制御発振部 3 4 3 と、複素乗算部 3 4 4 とを備える。

位相補正部 3 4 の動作初期の時点では、帯域制限フィルタ 3 3 の出力信号は、周波数補正部 3 2 で周波数誤差は打ち消されたものの、数値制御発振部 3 4 3 の出力信号とは位相が異なっているため、複素乗算部 3 4 4 の出力は位相誤差を含んでいる。位相誤差を含んだ複素乗算部 3 4 4 の出力は、位相誤差検出部 3 4 1 に入力される。位相誤差検出部 3 4 1 における位相誤差検出は、図 1 9 に示すように、○印で示した受信側の基準位相に対し、位相ずれ $\Delta \Phi$ がある受信信号 × 印との位相差を検出する。なお、直交座標系 (I, Q 平面) で処理しているので、位相誤差を検出するには本来 $\arctan (Q/I)$ により算出することになるが、簡略化して位相誤差と比例する量として、BPSK の場合、直交成分の誤差 ΔQ を位相誤差として出力してもよい。

位相誤差検出部 3 4 1 で検出した位相誤差は、切換部 3 4 2 a および保持部 3 4 2 f を介して加算器 3 4 2 c, 3 4 2 e、遅延部 3 4 2 d および増幅器 3 4 2 g からなるループフィルタに入力され、位相誤差信号の平均化がなされる。位相誤差保持部 3 4 2 におけるループフィルタは、増幅部 3 4 2 g を介して加算器 3 4 2 e に入る直接系と、加算器 3 4 2 c および遅延部 3 4 2 d を介して入る積分系からなり、直接系は位相誤差の補正のため用い、積分系は周波数補正部 3 2 で取り除けなかった小さい周波数ずれを補正するために用いる。増幅器 3 4 2 g は、直接系と積分系の利得配分を決定する。

ここで、位相誤差保持部 3 4 2 は、1 通信フレーム内の BPSK 変調がされているフレーム同期信号 / TMCC 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のみに得られる位相誤差に関して平均化を行うため、タイミング生成部 3 6 が出力するタイミング信号を用いて切替部 3 4 2 a の切替えおよび保持部 3 4 2 f の制御を行う。この切替えおよび制御は、タイミング信号の BPSK 変調信号の期

間（図6（c）または（d）においてH iレベル期間）に、位相誤差検出部341が出力する位相誤差をループフィルタに入力するように行う。

ループフィルタの積分系においては、B P S K変調信号期間は、位相誤差検出部341の出力信号を加算器342cに入力し、それ以外の期間には、定数発生部342bが発生する「定数0」を入力するように切替部342aを切替える。また、ループフィルタの直接系においては、B P S K変調信号期間は、位相誤差検出部341の出力信号を増幅器342gを介して加算器342eに出力し、それ以外の期間には、以前のB P S K変調信号期間の位相誤差検出部341の出力信号を保持して加算器342eに出力するように保持部342fを制御する。

そして、位相誤差保持部342の出力信号は、数値演算発振部（N C O）343を制御し、そこで得られる発振信号により、複素乗算器344で位相誤差が打ち消される。これにより、位相誤差が補正される（ステップS104）。その後、定常の復調処理に移行する（ステップS105）。

ここでの定常の復調処理とは、位相補正部34が位相同期した後の復調動作のことであり、雑音等の影響で周波数補正部32における周波数誤差の変動により数値制御発振手段323の発振周波数が変化して、位相補正部34における位相同期を外さないようにすることである。例えば、一度位相同期した後、何らかの原因で位相同期が外れるまでは、周波数補正部32の周波数誤差保持部322の係数更新を停止したり、ループゲインを下げる（感度を下げる）等の処理を行う。

なお、図5のフローチャートにおいては、周波数補正部32の動作（ステップS103）と位相補正部34の動作（ステップS104）とをそれぞれ個別のステップで記載したが、ステップS103において位相補正部34が動作していても何ら問題はない（以下、各実施形態におけるステップS103の処理においても同様）。

以上のように、本発明の第1の実施形態に係る復調装置によれば、時分割多重

される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含むBPSKを用いて搬送波再生を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

また、入力周波数誤差が大きいときでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができる。

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。

そこで、BPSK変調されたキャリア同期補助信号を用いて位相補正する場合の疑似同期について、まず説明する。

疑似同期とは、変調装置におけるキャリア同期補助信号の挿入周期が一定で(図2を参照)、位相補正部34への入力周波数誤差が、キャリア同期補助信号の挿入周期で位相が180度×m(mは、0以外の任意の整数)回転する周波数であった場合、位相補正部34がキャリア同期補助信号周期で本来の位相誤差を識別できなくなり、異なった位相で同期してしまうというものである。

例えば、図20に示すように、周波数ずれによってキャリア同期補助信号挿入周期(図中①→②)で位相が180度回転している場合(図中A)、位相補正部34における位相誤差検出では、キャリア同期補助信号挿入周期(図中①→②)での位相の変化を検出することができず、この場合、それぞれの時刻(図中①、②)で角度βの位相誤差を検出するだけとなる(図中B)。

位相補正部34は、このように検出された位相誤差信号に基づいて位相補正を行うことにより、周波数誤差があるものにもかかわらず疑似的にキャリア同期となり、定常の復調動作に移行して安定してしまう。その疑似同期となる周波数Δfは、下記式(2)に示すようになる。

$$\Delta f = (m \times 180 \text{度}) / 360 \text{度} \times f_{\text{sym}} / S \quad \cdots (2)$$

f_{sym} : シンボル周波数(変調速度) [Hz]

S : キャリア同期補助信号挿入周期 [シンボル]

m : 任意の整数 (± 1 , ± 2 , ± 3 , ...)

例えば、シンボル周波数が 20 Mbaud、周期が 207 シンボルの場合、図 21 に示すように、各周波数で疑似同期となりうる。

以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第 2 の実施形態に係る復調装置について説明する。

図 22 は、請求項 10, 37, 41 に対応する、本発明の第 2 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図 22 において、第 2 の実施形態に係る復調装置は、直交検波部 31 と、周波数補正部 32 と、帯域制限フィルタ 33 と、位相補正部 34A と、フレーム同期検出部 35 と、タイミング生成部 36 と、周波数引き込み検出部 42 と、第 1 の誤り訂正部 37 と、第 2 の誤り訂正部 38 と、ビデオデコーダ 39 と、TMCCデコーダ 40 と、BER測定部 41 とを備える。

図 23 は、第 2 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図 22 に示すように、第 2 の実施形態に係る復調装置は、上記第 1 の実施形態に係る復調装置に、周波数補正部 32 における周波数引き込み状態を検出する周波数引き込み検出部 42 をさらに加え、位相補正部 34 を位相補正部 34A に代えた構成である。

なお、第 2 の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第 1 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、図 23 において図 5 と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

まず、図 24 を参照して、周波数引き込み検出部 42 の動作を説明する。

図 24 は、図 22 の周波数引き込み検出部 42 のさらに詳細な構成を示すプロ

ック図である。図 2 4 において、周波数引き込み検出部 4 2 は、遅延検波部 4 2 1 a と位相誤差検出部 4 2 1 b とで構成される周波数誤差検出部 4 2 1 と、切替部 4 2 2 と、定数発生部 4 2 3 と、加算器 4 2 4 a と遅延部 4 2 4 b と切替部 4 2 4 c と定数発生部 4 2 4 d とで構成される積分部 4 2 4 と、タイミング発生部 4 2 5 と、絶対値化部 4 2 7 と、周波数引き込み判定部 4 2 6 とを備える。

帯域制限フィルタ 3 3 が出力する信号は、遅延検波部 4 2 1 a に入力される。遅延検波部 4 2 1 a は、他の遅延検波部と同様、現在の n 相 P S K 変調信号と、その 1 シンボル前の n 相 P S K 変調信号の複素共役信号との複素乗算を行い、遅延検波出力を算出する。この遅延検波出力の算出式は、上記式 (1) に示したとおりである。

そして、位相誤差検出部 4 2 1 b は、上述したように、周波数ずれが無い場合の●印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を周波数誤差として検出する (図 1 4 を参照) 。

この位相誤差検出部 4 2 1 b で検出した周波数誤差は、切替部 4 2 2 を介して加算器 4 2 4 a に入力され、ある一定期間毎に周波数誤差の平均化がなされる。ここで、1 通信フレーム内の B P S K 変調がされているフレーム同期信号 / T M C C 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間における周波数補正部 3 2 での周波数引き込み検出を行うため、タイミング生成部 3 6 が出力するタイミング信号 (図 6 (c) または (d)) を用いて切替部 4 2 2 の切替えを行う。この切替部 4 2 2 は、タイミング信号の B P S K 変調信号の期間 (図 6 (c) または (d)) において H i レベル期間) に位相誤差検出部 4 2 1 b が出力する周波数誤差を積分部 4 2 4 に入力し、それ以外の期間には、定数発生部 4 2 3 が発生する「定数 0」を積分部 4 2 4 に入力するように切替えを行う。タイミング発生部 4 2 5 は、一定周期のタイミングパルスを発生し、切替部 4 2 4 c を制御する。積分部 4 2 4 は、タイミング発生部 4 2 5 が発生するタイミングパルスに従って、加算器 4 2 4 a の入力を遅延部 4 2 4 b のフィードバック出力または定数発生部 4

24dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した周波数誤差を出力する。積分部424が出力する平均化周波数誤差は、絶対値化部427において正の値に変換された後、周波数引き込み判定部426へ出力される。周波数引き込み判定部426は、絶対値化部427が出力する正の値の平均化周波数誤差を入力し、タイミング発生部425がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化周波数誤差が予め定めたしきい値を下回るか否かによって周波数引き込みを判定する（ステップS201）。

そして、この判定の結果、平均化周波数誤差が予め定めたしきい値を下回った場合、周波数引き込み判定部426は、周波数引き込みがされた、すなわち周波数補正部32が位相補正部34において疑似同期しない周波数まで周波数補正されたと判断し、位相補正部34を再動作させるように、位相補正部34をリセットする信号を出力する。

ここで、周波数引き込み判定部426におけるしきい値については、位相補正部34が疑似同期しない周波数まで周波数補正部32が周波数補正できたかどうかを判定できるように予め設定すればよい。なお、疑似同期となる周波数は、上記式（2）に示したとおりである。

例えば、シンボル周波数が20Mbaud、周期が207シンボルである場合、図21に示すように疑似同期周波数があり、また、それぞれの疑似同期周波数を中心に位相補正部34の引き込み周波数範囲が存在するため、周波数引き込み判定部426におけるしきい値としては、下記式（3）で表す周波数 Δf 以下に設定することが望ましい。

$$\Delta f = 1/2 \times 180^\circ / 360^\circ \times f_{\text{sym}} / S \quad \dots (3)$$

f_{sym} : シンボル周波数（変調速度） [Hz]

S : キャリア同期補助信号挿入周期 [シンボル]

次に、図25を参照して、位相補正部34Aの動作を説明する。

図25は、位相補正部34Aのさらに詳細な構成の一例を示すブロック図であ

る。図25に示すように、位相補正部34Aは、位相補正部34の構成に、位相誤差保持部342において切替部342hと定数発生部342iとをさらに加えた構成である。

なお、図25において、図18と同一の参照番号を付してある構成部分は、同一の動作を行う構成部分であるため、その説明を省略する。

周波数引き込み判定部426が出力するリセット信号は、位相誤差保持部342の保持部342fおよび切替部342hに入力される。保持部342fは、リセット信号に基づいて、直接系における位相誤差信号を初期化する。切替部342hは、リセット信号に基づいて、加算器342cへのフィードバック信号を定数発生部342iが出力する「定数0」に切り替えることで、積分系における位相誤差信号を初期化する。

これにより、位相補正部34Aにおいて、リセット動作後に位相誤差保持部342へ入力される位相誤差信号に対して、すなわち、疑似同期が発生しない周波数にまで周波数補正がなされた周波数補正部32の出力信号において、新たに位相補正が行われる（ステップS202）。その後、定常の復調処理に移行する（ステップS105）。

なお、図26に示すように、数値制御発振部343においても切替部343eと定数発生部343fとを設け、上記切替部342hおよび定数発生部342iと同様の動作を並行して行ってもよい。このように並行してリセット動作を行うことで、より確実に初期化を行うことができる。

以上のように、本発明の第2の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部42を設け、周波数補正部32において位相補正部34Aが疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。

これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

なお、第2の実施形態に係る復調装置において、周波数引き込み検出部42は、遅延検波を用いているため、周波数補正部32以降であれば、その設置位置としては、周波数補正部32の出力、帯域制限フィルタ33の出力、または位相補正部34Aの出力であれば、特に制限するものではない。

また、周波数引き込み検出部42の周波数誤差検出部421は、周波数補正部32の周波数誤差検出部321と同様の機能を有しているので、双方の周波数誤差検出部を共用化することも可能である。共用化した場合、回路規模の削減を図ることができる。

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態に係る復調装置は、上述した第2の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。

以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第3の実施形態に係る復調装置について説明する。

図27は、請求項11、37、42に対応する、本発明の第3の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図27において、第3の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図28は、第3の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図27に示すように、第3の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、位相同期検出部43と誤り訂正検出部44と疑似同期判定部45とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成である。

なお、第3の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第2の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、図28において図5と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

まず、位相同期検出部43の動作を説明する。

チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第1の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップS301）、位相同期検出部43へ入力される。位相同期検出部43は、入力される補正後の信号に対して、BPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみの位相同期／位相非同期の検出を行う。

この位相同期検出部43としては、具体的な構成の実施例が2つ考えられる。以下、これらの2つの実施例を順に説明する。

（位相同期検出部43の実施例1）

図29は、位相同期検出部43の実施例1の構成を示すブロック図である。図29において、位相同期検出部43は、位相誤差検出部431と、絶対値化部432と、切替部433と、定数発生部434と、加算器435aと遅延部435bと切替部435cと定数発生部435dとで構成される積分部435と、タイミング発生部436と、位相同期判定部437とを備える。

位相補正部34Aが出力する信号は、位相誤差検出部431に入力される。位相誤差検出部431は、上述したように、位相ずれが無い場合の○印を受信側の基準として、位相ずれのある場合の×印との位相差を位相誤差 $\Delta\Phi$ 〔度〕として検出する（図19を参照）。位相誤差検出部431で検出した位相誤差 $\Delta\Phi$ は、絶対値化部432において正の値 $|\Delta\Phi|$ に変換される。そして、絶対値化部432が出力する位相誤差 $|\Delta\Phi|$ は、切替部433を介して加算器435aに入力され、ある一定期間毎に位相誤差 $|\Delta\Phi|$ の平均化がなされる。ここで、1通

信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにおいて位相同期検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6（d））を用いて切替部433の切替えを行う。この切替部433は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6（d）においてHレベル期間）に絶対値化部432が出力する位相誤差 $|\Delta\Phi|$ を積分部435に入力し、それ以外の期間には、定数発生部434が発生する「定数0」を積分部435に入力するように切替えを行う。タイミング発生部436は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部435cを制御する。積分部435は、タイミング発生部436が発生するタイミングパルスに従って、加算器435aの入力を遅延部435bのフィードバック出力または定数発生部435dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した位相誤差 $|\Delta\Phi|$ を出力する。位相同期判定部437は、積分部435が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部436がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回るか否かによって位相同期を判定する（ステップS302）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回った場合、位相同期判定部437は、位相同期がとれたと判断し、当該結果を疑似同期判定部45に対して出力する。

ここで、位相同期判定部437におけるしきい値については、復調装置の使用目的または特性等に応じて任意に設定することができるが、例えば、全く位相同期がはずれているとき（疑似同期もしていないとき）は、図31（a）に示すように位相回転が残留し、360度全体に渡ってシンボルが同じ確率で存在することになるため、絶対値化部432において正の値（第1象限）化を行った後、その位相誤差の平均値となる45度、若しくはそれ以下に設定すればよい（図31（b））。

（位相同期検出部43の実施例2）

図30は、位相同期検出部43の実施例2の構成を示すブロック図である。図

30において、位相同期検出部43は、絶対値化部432A、432Bと、比較部438と、切替部433と、定数発生部434と、加算器435aと遅延部435bと切替部435cと定数発生部435dとで構成される積分部435と、タイミング発生部436と、位相同期判定部437とを備える。

位相補正部34Aが出力する信号は、I（同相）成分信号が絶対値化部432Aへ、Q（直交）成分信号が432Bへそれぞれ入力される。絶対値化部432Aは、入力したI成分信号を正の値 $|I|$ に変換する。絶対値化部432Bは、入力したQ成分信号を正の値 $|Q|$ に変換する。比較部438は、絶対値化部432Aが変換した値 $|I|$ と絶対値化部432Bが変換した値 $|Q|$ とを入力し、双方の値を比較して $|I| > |Q|$ の場合に比較値「1」を、 $|I| \leq |Q|$ の場合に比較値「0」を出力する。比較部438が出力する比較値は、切替部433を介して加算器435aに入力され、ある一定期間毎に平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにおいて位相同期検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6（d））を用いて切替部433の切替えを行う。この切替部433は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6（d）においてHレベル期間）に比較部438が出力する比較値を積分部435に入力し、それ以外の期間には、定数発生部434が発生する「定数0」を積分部435に入力するように切替えを行う。タイミング発生部436は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部435cを制御する。積分部435は、タイミング発生部436が発生するタイミングパルスに従って、加算器435aの入力を遅延部435bのフィードバック出力または定数発生部435dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した比較値を出力する。位相同期判定部437は、積分部435が出力する平均化比較値を入力し、タイミング発生部436がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化比較値が予め定めたいきい値を下回るか否かによって位相同期を判定する（ステップS302）。そ

して、この判定の結果、平均化比較値が予め定めたしきい値を下回った場合、位相同期判定部 4 3 7 は、位相同期がとれたと判断し、当該結果を疑似同期判定部 4 5 に対して出力する。

ここで、位相同期判定部 4 3 7 におけるしきい値については、復調装置の使用目的または特性等に応じて任意に設定することができるが、例えば、全く位相同期がはずれているとき（疑似同期もしていないとき）は、図 3 1 (a) に示すように位相回転が残留し、360度全体に渡ってシンボルが同じ確率で存在することになるため、 $|I| > |Q|$ の領域に入る確率が $1/2$ となるので、積分部 4 3 5 で行った積分回数の過半数、若しくはそれ以下に設定すればよい（図 3 1 (b)）。

次に、誤り訂正検出部 4 4 の動作について説明する。

誤り訂正検出部 4 4 は、第 2 の誤り訂正部 3 8 が誤り訂正の過程で出力する誤り訂正不可を表す信号および誤り残留を表す信号を入力する。そして、誤り訂正検出部 4 4 は、TMC C 信号に対して正しい誤り訂正が施されているか否かを検出し（ステップ S 3 0 3）、この検出の結果を疑似同期判定部 4 5 に対して出力する。

次に、図 3 2 を参照して、疑似同期判定部 4 5 の動作を説明する。

位相同期検出部 4 3 の検出結果および誤り訂正検出部 4 4 の検出結果は、疑似同期判定部 4 5 に入力される。疑似同期判定部 4 5 は、まず、位相同期検出部 4 3 の判定結果から位相同期がとれたか否かを判断する。この判断で位相同期がとれている場合、疑似同期判定部 4 5 は、次にこの位相同期が正常同期か疑似同期かを誤り訂正部 4 4 の判定結果から判断する。

このように、判断する理由は以下のようなものである。

位相同期検出部 4 3 では、位相非同期については確実に判断できるが、キャリア同期補助信号の期間のみで位相同期を判断しているため、位相同期がとれていてもその同期が正常同期なのか疑似同期なのかまでは判断できない。例えば、受

信信号がキャリア同期補助信号の挿入間隔で位相が180度回る周波数ずれを起こしている場合、キャリア同期補助信号の期間のみの位相同期判断では、図32(a)に示すように、見かけ上同期がとれていると判断されてしまうのである(すなわち、疑似同期)。一方、疑似同期の場合、TMCC信号期間における位相補正部34Aの出力信号は、図32(b)に示すように、大きく位相が回転しているため(図中矢印)、第2の誤り訂正部38で訂正しきれないビット誤り(図中網掛け部分)が含まれていることになる。従って、第2の誤り訂正部38がTMCC信号に対して正常に誤り訂正できたかどうかを検出することで、疑似同期であることが判断できるのである。

このように、疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果によって位相の同期/非同期を判断し、誤り訂正検出部44の検出結果によって正常同期/疑似同期を判断している。この判断手法を下記表1に示す。

【表1】

位相同期検出部43の 検出結果 (キャリア同期補助信号期 間の同期)	誤り訂正検出部44の 検出結果 (TMCC信号期間の誤り 訂正の可否)	判定
同期あり	誤り訂正可	正常同期
同期あり	誤り訂正不可	疑似同期
同期なし	—	非同期

そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し(ステップS105)、疑似同期であると判断した場合は位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットする信号を出力する(ステップS304)。このリセット信号は、例えば、位相補正部34Aを動作させるのに十分なパルス信号等、任意に設定することができる。

この疑似同期判定部45が出力するリセット信号に基づいて、位相補正部34

Aが行うリセット動作は、上記第2の実施形態で述べたものと同様であり、ここでの説明は省略するが、リセット動作を指示する目的がそれぞれ異なる。すなわち、上記第2の実施形態においては、周波数補正が正常に行われた後に位相補正動作を開始するための初期化動作としてのリセット動作の指示であり、本第3の実施形態においては、最終結果として正常同期がされていない場合に再度位相補正をやり直させるためのリセット動作の指示である。

以上のように、本発明の第3の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、T M C C信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。

これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

なお、位相同期検出部43において、上記実施例1を用いた場合、その中に含まれる位相誤差検出部431は位相補正部34Aに含まれる位相誤差検出部341と同様の機能を有しているので、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。

(第4の実施形態)

本発明の第4の実施形態に係る復調装置は、上述した第2および第3の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。

以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第4の実施形態に係る復調装置について説明する。

図33は、請求項12, 37, 43に対応する、本発明の第4の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図33において、第4の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36

と、第1の位相同期検出部43Aと、第2の位相同期検出部43Bと、疑似同期判定部45と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図33に示すように、第4の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、第1の位相同期検出部43Aと第2の位相同期検出部43Bと疑似同期判定部45とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成であり、また、上記第3の実施形態に係る復調装置に対して、位相同期検出部43を第1の位相同期検出部43Aに、誤り訂正検出部44を第2の位相同期検出部43Bに代えた構成となる。

なお、第4の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1～第3の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、第4の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第3の実施形態において図28で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

以下、第4の実施形態に係る復調装置が上記第3の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。

まず、タイミング生成部36は、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、フレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のタイミング信号(図6(c)を参照)、およびキャリア同期補助信号の期間のみのタイミング信号(図6(d)を参照)を生成する他に、フレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号(図34)を生成する。このフレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号は、第2の位相同期検出部43Bへ出力される。

第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bは、上記第3の実施形態で述べた構成(図29または図30)と同様である。第1の位相同期

検出部 4 3 A においては、切替部 4 3 3 の制御にキャリア同期補助信号の期間のみのタイミング信号が用いられ、周波数補正および位相補正後の信号に対し当該期間における位相の同期／非同期の検出が行われる（図 2 8，ステップ S 3 0 2）。第 2 の位相同期検出部 4 3 B においては、切替部 4 3 3 の制御にフレーム同期信号／T M C C 信号の期間のみのタイミング信号が用いられ、周波数補正および位相補正後の信号に対し当該期間における位相の同期／非同期の検出が行われる（図 2 8，ステップ S 3 0 3）。

そして、第 1 の位相同期検出部 4 3 A および第 2 の位相同期検出部 4 3 B は、位相同期がとれたか否かの検出結果を疑似同期判定部 4 5 へそれぞれ出力する。

疑似同期判定部 4 5 は、第 1 の位相同期検出部 4 3 A および第 2 の位相同期検出部 4 3 B の検出結果に基づいて、下記表 2 に示す判断を行い、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し（図 2 8，ステップ S 1 0 5）、疑似同期であると判断した場合は位相補正部 3 4 A に対して位相補正動作をリセットする信号を出力する（図 2 8，ステップ S 3 0 4）。

【表 2】

第 1 の位相同期検出部 4 3 A の検出結果 (キャリア同期補助信号期 間の同期)	第 2 の位相同期検出部 4 3 B の検出結果 (T M C C 信号期間の同期)	判定
同期あり	同期あり	正常同期
同期あり	同期なし	疑似同期
同期なし	—	非同期

なお、上記判断の理由は、上述した第 2 の誤り訂正部 3 8 における場合と同様の理由であって、すなわち、第 1 の位相同期検出部 4 3 A では、キャリア同期補助信号の期間で位相同期を検出しているため、疑似同期時でも図 3 5 (a) に示すように見かけ上同期がとれているが、一方、第 2 の位相同期検出部 4 3 B では

、フレーム同期信号／T M C C信号の期間で位相同期を検出しているので、疑似同期時では図35(b)に示すように大きく位相が回転し(図中矢印)、位相同期が取れていないと判断できるからである。従って、この位相非同期を検出することで、疑似同期であることが判断できるのである。

以上のように、本発明の第4の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／T M C C信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。

これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

なお、第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bにおいて、上記実施例1を用いた場合、その中に含まれる位相誤差検出部431は位相補正部34Aに含まれる位相誤差検出部341と同様の機能を有しているので、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。

(第5の実施形態)

本発明の第5の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第4の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。ただし、上記第2～第4の実施形態に係る復調装置が位相補正部を制御しているのに対し、第5の実施形態に係る復調装置は、疑似同期している周波数がわかっている(上述したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とによって一義的に決定される)ことを利用して周波数補正部を制御する。

以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第5の実施形態に係る復調装置について説明する。

図36は、請求項13、37、39、44、65に対応する、本発明の第5の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図36において、第5の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図37は、第5の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図36に示すように、第5の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、位相同期検出部43と誤り訂正検出部44と疑似同期判定部45と周波数ステップ部46とをさらに加え、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代えた構成であり、また、上記第3の実施形態に係る復調装置に対して、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代え、位相補正部34Aを位相補正部34に戻し、さらに周波数ステップ部46を加えた構成となる。

なお、第5の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第3の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、図37において、図5および図28と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

以下、第5の実施形態に係る復調装置が上記第3の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。

まず、疑似同期判定部45の動作を説明する。

上述したように、疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果と誤り訂正検出部44の検出結果とに基づいて、位相同期が正常同期か疑似同期かを

判断する。そして、疑似同期判定部 4 5 は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し（ステップ S 1 0 5）、疑似同期であると判断した場合は周波数ステップ部 4 6 に対してステップ動作を行わせる信号（信号形態としては、上述したリセット信号と同様である）を出力する（ステップ S 4 0 1）。

ここで、疑似同期判定部 4 5 において、ステップ動作を行わせる信号を生成する手法を図 3 8 を用いて説明する。図 3 8 は、疑似同期判定部 4 5 の構成の一例を示すブロック図である。図 3 8 において、疑似同期判定部 4 5 は、論理和（OR）回路 4 5 1 と、カウンタ 4 5 2 と、パルス出力部 4 5 3 とを備える。

疑似同期判定部 4 5 は、位相同期検出部 4 3 の検出結果をカウンタ 4 5 2 の入力端子に、誤り訂正検出部 4 4 の検出結果を OR 回路 4 5 1 の一方の端子に入力する。カウンタ 4 5 2 は、位相同期検出部 4 3 の検出結果が H i である期間を計数し、OR 回路 4 5 1 の出力が H i となれば計数したカウント値をクリアする。パルス出力部 4 5 3 は、カウンタ 4 5 2 が出力するカウント値が予め定めた値に達したか否かを判断し、達した場合にステップ動作の指示となるパルス信号を出力する。また、このパルス信号は、OR 回路 4 5 1 の他方の端子にフィードバック入力され、パルス信号の出力と同時にカウンタ 4 5 2 のカウント値をクリアする。これにより、正常同期である（すなわち、位相同期が検出されてカウンタ 4 5 2 が計数を開始するが、カウント値が予め定めた値に達するまでに誤り訂正が完了したことを検出した）場合は、パルス信号は出力されず、位相同期しているが疑似同期である（すなわち、位相同期が検出されてカウンタ 4 5 2 が計数を開始するが、誤り訂正が完了せずカウント値が予め定めた値に達した）場合は、パルス信号が出力される。

次に、図 3 9 ～図 4 1 を用いて、周波数ステップ部 4 6 の動作を説明する。図 3 9 は、周波数ステップ部 4 6 の構成の一例を示すブロック図である。図 4 0 は、周波数ステップ部 4 6 で生成される各信号波形を示す図である。図 4 1 は、周

波数ステップ部 4 6 の動作原理を示す図である。

図 3 9 において、周波数ステップ部 4 6 は、排他的論理和 (XOR) 回路 4 6 1 a と遅延部 4 6 1 b と論理積 (AND) 回路 4 6 1 c とで構成される制御信号生成部 4 6 1 と、第 1 の定数発生部 4 6 2 と、第 2 の定数発生部 4 6 3 と、切替部 4 6 4 と、積分部 4 6 5 と、負符号化部 4 6 6 と、切替部 4 6 7 とを備える。

疑似同期判定部 4 5 が出力するパルス信号 (図 4 0 (a)) は、XOR 回路 4 6 1 a と AND 回路 4 6 1 c にそれぞれ入力される。XOR 回路 4 6 1 a は、このパルス信号と遅延部 4 6 1 b を介してフィードバック入力される信号との排他的論理和をとり、制御信号 B (図 4 0 (c)) を生成して出力する。AND 回路 4 6 1 c は、パルス信号と制御信号 B との論理積をとり、制御信号 A (図 4 0 (b)) を生成して出力する。切替部 4 6 4 は、制御信号 A が H i レベルのときに第 1 の定数発生部 4 6 2 が発生する定数 F_g (数値制御発振部 3 2 3 の発振周波数が疑似同期周波数間隔 (f_g) だけ変化する数値) を、制御信号 A が L o レベルのときに第 2 の定数発生部 4 6 3 が発生する「定数 0」を、積分部 4 6 5 へ出力するように切替える。積分部 4 6 5 は、入力する数値の累積加算を行い出力する。切替部 4 6 7 は、制御信号 B が H i レベルのときに積分部 4 6 5 が出力する信号をそのまま、制御信号 B が L o レベルのときに積分部 4 6 5 が出力する信号を負符号化部 4 6 6 により負の値に変換して、出力するように切替える。

よって、周波数ステップ部 4 6 は、パルス信号 (図 4 0 (a)) が H i レベルになるごとに、図 4 0 (d) で示す周波数信号、すなわち、 $+F_g$, $-F_g$, $+2F_g$, $-2F_g$, ... を順に出力する。

このような、順序 (ステップ) で周波数を出力する理由を、図 4 1 を参照して説明する。なお、図 4 1 は、周波数 $f_g = 48.3 \text{ kHz}$ であって周波数 96.6 kHz で疑似同期している場合を示している。

上記第 2 の実施形態において説明したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とから、疑似同期が発生する周波数の間隔 f_g を求めること

ができる。すなわち、疑似同期は、正常同期の周波数 $\pm m \cdot f_g$ (m は、0以外の整数)の周波数で発生しているといえる。従って、この周波数 f_g を元に、周波数ステップ部46で $+F_g$, $-F_g$, $+2F_g$, $-2F_g$, ...を算出し、それに基づいて周波数補正部32Aをその周波数が $+f_g$, $-f_g$, $+2f_g$, $-2f_g$, ...と変化するように制御して、位相補正部34において位相同期できる周波数に強制的にずらしてやることで、最終的に正常な位相同期にたどりつけるのである(図41)。

本第5の実施形態における復調装置は、この位相補正部34における位相同期の周波数を周波数補正部32Aにおいて強制的にずらしている。以下、周波数補正部32Aの動作を図36を用いて説明する。

図36において、周波数補正部32Aは、周波数誤差検出部321と、周波数誤差保持部322と、加算器325と、数値制御発振部323と、複素乗算部324とを備える。

図36で示すように、周波数補正部32Aは、図17の周波数補正部32に加算器325をさらに加えた構成である。周波数誤差保持部322の出力信号および周波数ステップ部46から出力される周波数ステップ制御信号は、加算器325に入力される。加算器325は、入力される双方の信号を加算することで、数値演算発振部(NCO)323の発振周波数を強制的にずらす。以降、このずらした周波数において、再び位相補正を行う(ステップS401, S104)。

以上のように、本発明の第5の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間におけるビット誤りの有無の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34で正常同期できるようにする。

これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34における疑似同期の回避が可能になる。

(第6の実施形態)

本発明の第6の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第5の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。ただし、上記第2～第4の実施形態に係る復調装置が位相補正部を制御しているのに対し、第6の実施形態に係る復調装置は、上記第5の実施形態と同様、疑似同期している周波数がわかっている（上述したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とによって一義的に決定される）ことを利用して周波数補正部を制御する。

以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第6の実施形態に係る復調装置について説明する。

図42は、請求項14, 37, 39, 45, 65に対応する、本発明の第6の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図42において、第6の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、第1の位相同期検出部43Aと、第2の位相同期検出部43Bと、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図42に示すように、第6の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、第1の位相同期検出部43Aと第2の位相同期検出部43Bと疑似同期判定部45と周波数ステップ部46とをさらに加え、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代えた構成であり、また、上記第4の実施形態に係る復調装置に対して、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代え、位相補正部34Aを位相補正部34に戻し、さらに周波数ステップ部46を加えた構成となる。

なお、第6の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第4

の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、第6の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第5の実施形態において図37で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

以下、第6の実施形態に係る復調装置が上記第4の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。

上述したように、疑似同期判定部45は、第1の位相同期検出部43Aの検出結果と第2の位相同期検出部43Bの検出結果とに基づいて、位相同期が正常同期か疑似同期かを判断する。そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し（ステップS105）、疑似同期であると判断した場合は周波数ステップ部46に対してステップ動作を行わせる信号（信号形態としては、上述したリセット信号と同様である）を出力する（ステップS401）。

なお、疑似同期判定部45において、ステップ動作を行わせる信号を生成する手法および疑似同期判定部45の構成は、上記第5の実施形態において説明したのでここでの説明は省略する。

周波数ステップ部46は、上記第5の実施形態において説明したように、パルス信号（図40（a））がHiレベルになるごとに、図40（d）で示す周波数信号、すなわち、 $+F_g$ 、 $-F_g$ 、 $+2F_g$ 、 $-2F_g$ 、…を順に出力する。そして、周波数ステップ部46は、出力する周波数ステップ制御信号を周波数補正部32Aの加算器325に入力する。加算器325は、入力される周波数ステップ制御信号を周波数誤差保持部322の出力信号に加算することで、数値演算発振部（NCO）323の発振周波数を強制的にずらす。以降、このずらした周波数において、再び位相補正を行う（ステップS401、S104）。

以上のように、本発明の第6の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助

信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正部 3 2 A の周波数を制御して位相補正部 3 4 で正常同期できるようにする。

これにより、周波数補正部 3 2 A による周波数引き込み過程等において、位相補正部 3 4 における疑似同期の回避が可能になる。

(第 7 の実施形態)

本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置は、上述した第 2 ～第 6 の実施形態と同様、上記第 1 の実施形態に係る復調装置において、位相補正部 3 4 での疑似同期による誤動作を回避するものである。この第 7 の実施形態に係る復調装置は、上記第 2 の実施形態で行う位相補正部の制御と、上記第 5 の実施形態で行う周波数補正部の制御とを行うものである。

以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置について説明する。

図 4 3 は、請求項 1 5, 3 7, 3 9, 4 6, 6 5 に対応する、本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図 4 3 において、第 7 の実施形態に係る復調装置は、直交検波部 3 1 と、周波数補正部 3 2 A と、帯域制限フィルタ 3 3 と、位相補正部 3 4 A と、フレーム同期検出部 3 5 と、タイミング生成部 3 6 と、周波数引き込み検出部 4 2 と、位相同期検出部 4 3 と、誤り訂正検出部 4 4 と、疑似同期判定部 4 5 と、周波数ステップ部 4 6 と、第 1 の誤り訂正部 3 7 と、第 2 の誤り訂正部 3 8 と、ビデオデコーダ 3 9 と、TMCCデコーダ 4 0 と、BER測定部 4 1 とを備える。

図 4 3 に示すように、第 7 の実施形態に係る復調装置は、上記第 2 の実施形態に係る復調装置と、上記第 5 の実施形態に係る復調装置とを合成した構成となる。従って、第 7 の実施形態に係る復調装置の構成は、上記第 2 および第 5 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、同一の参照番号を付してその説明を省

略する。

ただし、処理ステップの順序が多少異なるので、以下、第7の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップを、図44を用いて説明する。

復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部31に入力される信号に対し、まず、フレーム同期検出部35においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップS101）。フレーム同期検出部35が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部36に入力される。復調装置は、タイミング生成部36において、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図6(c)に示すような当該期間に応じたBPSKタイミング信号を生成する（ステップS102）。なお、図6(d)に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じたBPSKタイミング信号であってもよい。このBPSKタイミング信号（図6(c)）は、周波数補正部32A、位相補正部34A、周波数引き込み検出部42へ出力される。また、位相同期検出部43へは、図6(d)に示すキャリア同期補助信号の期間を与える信号が出力される。

次に、復調装置は、周波数補正部32Aにおいて、BPSKタイミング信号の期間について周波数誤差の補正を行う（ステップS103）。そして、復調装置は、周波数引き込み検出部42において、周波数補正後の信号について平均化周波数誤差を算出し、周波数引き込み状態を判定する（ステップS201）。復調装置は、このステップS201の判定において、周波数引き込みがされていないと判断した場合、上記ステップS103に戻って再び周波数誤差の補正処理を行い、一方、周波数引き込みがされていると判断した場合、位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットした後（ステップS304）、新たに位相誤差の補正処理を行う（ステップS104）。

上記一連の周波数誤差および位相誤差の補正処理が終了すると、復調装置は、

疑似同期判定部 4 5 において、位相同期検出部 4 3 で検出したキャリア同期補助信号期間の位相同期状態と、誤り訂正検出部 4 4 で検出した T M C C 信号の誤り訂正の可否の検出結果とに基づいて、現状態が正常同期、疑似同期および非同期のいずれかであるかを判断する（ステップ S 3 0 2, S 3 0 3）。そして、復調装置は、このステップ S 3 0 2, S 3 0 3 において、状態が非同期であると判断した場合、上記ステップ S 1 0 4 に戻って再び位相誤差の補正処理を行い、状態が疑似同期であると判断した場合、周波数ステップ部 4 6 により周波数補正部 3 4 A における発振周波数をステップさせた後（ステップ S 4 0 1）、上記ステップ S 1 0 4 に戻って再び位相誤差の補正処理を行う。一方、復調装置は、上記ステップ S 3 0 2, S 3 0 3 において、状態が正常同期であると判断した場合、そのまま定常の復調処理に移行する（ステップ S 1 0 5）。

以上のように、本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部 4 2 を設け、周波数補正部 3 2 A において位相補正部 3 4 A が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部 3 4 A をリセットして再動作させる。さらに、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／T M C C 信号の期間におけるビット誤りの有無の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断して、疑似同期の場合には、周波数補正部 3 2 A の周波数を制御して位相補正部 3 4 A で正常同期できるようにする。

これにより、周波数補正部 3 2 A による周波数引き込み過程等において、位相補正部 3 4 A における疑似同期の回避が可能になる。

（第 8 の実施形態）

本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置は、上述した第 2 ～第 7 の実施形態と同様、上記第 1 の実施形態に係る復調装置において、位相補正部 3 4 での疑似同期による誤動作を回避するものである。この第 8 の実施形態に係る復調装置は、上記第 2 の実施形態で行う位相補正部の制御と、上記第 6 の実施形態で行う周波

数補正部の制御とを行うものである。

以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置について説明する。

図 4 5 は、請求項 1 6, 3 7, 3 9, 4 7, 6 5 に対応する、本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図 4 5 において、第 8 の実施形態に係る復調装置は、直交検波部 3 1 と、周波数補正部 3 2 A と、帯域制限フィルタ 3 3 と、位相補正部 3 4 A と、フレーム同期検出部 3 5 と、タイミング生成部 3 6 と、周波数引き込み検出部 4 2 と、第 1 の位相同期検出部 4 3 A と、第 2 の位相同期検出部 4 3 B と、疑似同期判定部 4 5 と、周波数ステップ部 4 6 と、第 1 の誤り訂正部 3 7 と、第 2 の誤り訂正部 3 8 と、ビデオデコーダ 3 9 と、TMCC デコーダ 4 0 と、BER 測定部 4 1 とを備える。

図 4 5 に示すように、第 8 の実施形態に係る復調装置は、上記第 2 の実施形態に係る復調装置と、上記第 6 の実施形態に係る復調装置とを合成した構成となる。従って、第 8 の実施形態に係る復調装置の構成は、上記第 2 および第 6 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、第 8 の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第 7 の実施形態に係る復調装置と基本的に同様であり、フローチャートは省略するが、図 4 4 を参照して以下に説明する。

復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部 3 1 に入力される信号に対し、まず、フレーム同期検出部 3 5 においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップ S 1 0 1）。フレーム同期検出部 3 5 が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部 3 6 に入力される。復調装置は、タイミング生成部 3 6 において、フレーム同期検出部 3 5 で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1 通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図 6 (c) に示すような当該期間に応じた BPSK タイミ

ング信号を生成する（ステップS 1 0 2）。なお、図6（d）に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じたB P S Kタイミング信号であってもよい。このB P S Kタイミング信号（図6（c））は、周波数補正部3 2 A，位相補正部3 4 A，周波数引き込み検出部4 2へ出力される。また、第1の位相同期検出部4 3 Aへは、図6（d）に示すキャリア同期補助信号の期間を与える信号が、第2の位相同期検出部4 3 Bへは、図3 4に示すフレーム同期信号／T M C C信号の期間を与える信号が出力される。

次に、復調装置は、周波数補正部3 2 Aにおいて、B P S Kタイミング信号の期間について周波数誤差の補正を行う（ステップS 1 0 3）。そして、復調装置は、周波数引き込み検出部4 2において、周波数補正後の信号について平均化周波数誤差を算出し、周波数引き込み状態を判定する（ステップS 2 0 1）。復調装置は、このステップS 2 0 1の判定において、周波数引き込みがされていないと判断した場合、上記ステップS 1 0 3に戻って再び周波数誤差の補正処理を行い、一方、周波数引き込みがされていると判断した場合、位相補正部3 4 Aに対して位相補正動作をリセットした後（ステップS 3 0 4）、新たに位相誤差の補正処理を行う（ステップS 1 0 4）。

上記一連の周波数誤差および位相誤差の補正処理が終了すると、復調装置は、疑似同期判定部4 5において、第1の位相同期検出部4 3 Aで検出したキャリア同期補助信号期間の位相同期状態と、第2の位相同期検出部4 3 Bで検出したT M C C信号期間の位相同期状態とに基づいて、現状態が正常同期、疑似同期および非同期のいずれかであるかを判断する（ステップS 3 0 2，S 3 0 3）。そして、復調装置は、このステップS 3 0 2，S 3 0 3において、状態が非同期であると判断した場合、上記ステップS 1 0 4に戻って再び位相誤差の補正処理を行い、状態が疑似同期であると判断した場合、周波数ステップ部4 6により周波数補正部3 4 Aにおける発振周波数をステップさせた後（ステップS 4 0 1）、上記ステップS 1 0 4に戻って再び位相誤差の補正処理を行う。一方、復調装置は

、上記ステップS 3 0 2，S 3 0 3において、状態が正常同期であると判断した場合、そのまま定常の復調処理に移行する（ステップS 1 0 5）。

以上のように、本発明の第8の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部42を設け、周波数補正部32Aにおいて位相補正部34Aが疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。さらに、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断して、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34Aで正常同期できるようにする。

これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

（第9の実施形態）

本発明の第9の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。

そこで、BPSK変調されるフレーム同期信号／TMCC信号およびキャリア同期補助信号を用いて位相補正する場合における復調信号の位相ジッタについて、まず説明する。

復調装置に入力される通信フレーム、すなわち位相変調信号は、主に衛星放送アンテナおよびチューナーの周波数変換に用いる局部発振周波信号の位相雑音に起因して、図46に示すように位相が微妙に変動している。この位相の変動を位相ジッタという。

ところで、変調装置から送信されてくる通信フレームは、図2に示したように、BPSK変調されるフレーム同期信号／TMCC信号およびキャリア同期補助信号が分散して存在する。従って、復調装置においてこの信号の期間でキャリア同期を行うために、上記第1の実施形態で説明したように周波数補正部32およ

び位相補正部 34 を、フレーム同期信号/TMCC 信号期間、およびキャリア同期補助信号期間だけで動作させている。

これにより、上記位相ジッタは、位相補正部 34 が動作する期間は補正されるが、それ以外の期間では補正されない。つまり、フレーム同期信号/TMCC 信号期間、およびキャリア同期補助信号期間以外の BPSK、QPSK および 8PSK で変調される主信号（高階層信号および低階層信号）の期間では、位相ジッタが補正されずに復調信号に位相ジッタが残留する。

このため、例えば、8PSK 変調信号においては、図 47 に示すように C/N が低い（図中、網掛け円の部分が対応し、円が小さいと C/N が高く大きいと C/N が低いことを示す）場合、位相ジッタが残留していると位相補正部 34 の出力信号は各符号点を識別する位相境界線（図中点線で示す）を越える、つまり、符号誤りが生じてしまうことになる。

以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上する本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置について説明する。

図 48 は、請求項 17, 37, 48 に対応する、本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図 48 において、第 9 の実施形態に係る復調装置は、直交検波部 31 と、周波数補正部 32 と、帯域制限フィルタ 33 と、位相補正部 34B と、フレーム同期検出部 35 と、タイミング生成部 36 と、フレーム同期判定部 47 と、C/N 検出部 48 と、ゲート信号選択部 49 と、第 1 の誤り訂正部 37 と、第 2 の誤り訂正部 38 と、ビデオデコーダ 39 と、TMCC デコーダ 40 と、BER 測定部 41 とを備える。

図 49 は、第 9 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図 48 に示すように、第 9 の実施形態に係る復調装置は、上記第 1 の実施形態に係る復調装置に、フレーム同期判定部 47 と C/N 検出部 48 とゲート信号選択部 49 とをさらに加え、位相補正部 34 を位相補正部 34B に代えた構成であ

る。

なお、第 9 の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第 1 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、図 4 9 において図 5 と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

まず、図 5 0 を参照して、フレーム同期判定部 4 7 の動作を説明する。

図 5 0 は、フレーム同期判定部 4 7 の構成を示すブロック図である。図 5 0 において、フレーム同期判定部 4 7 は、位相識別部 4 7 1 と、照合部 4 7 2 とを備える。

チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第 1 の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップ S 1 0 3、S 1 0 4）、位相補正部 3 4 B から位相識別部 4 7 1 へ入力される。位相識別部 4 7 1 は、入力する信号の位相を識別する。照合部 3 5 3 は、位相識別部 4 7 1 が識別した信号について、予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレーム同期ができたか否かを検出して、その結果をゲート信号選択部 4 9 へ出力する（ステップ S 5 0 1）。

次に、図 5 1 を参照して、C/N 検出部 4 8 の動作を説明する。

図 5 1 は、C/N 検出部 4 8 の構成を示すブロック図であり、位相誤差により等価的に C/N を検出するものである。図 5 1 において、C/N 検出部 4 8 は、位相誤差検出部 4 8 1 と、絶対値化部 4 8 2 と、切替部 4 8 3 と、定数発生部 4 8 4 と、加算器 4 8 5 a と遅延部 4 8 5 b と切替部 4 8 5 c と定数発生部 4 8 5 d とで構成される積分部 4 8 5 と、タイミング発生部 4 8 6 と、C/N 高レベル判定部 4 8 7 とを備える。

チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第 1 の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップ S 1 0 3、S 1 0 4）

、位相補正部 3 4 B から位相誤差検出部 4 8 1 へ入力される。位相誤差検出部 4 8 1 は、上述したように、位相ずれが無い場合の○印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を位相誤差 $\Delta\Phi$ 〔度〕として検出する（図 1 9 を参照）。位相誤差検出部 4 8 1 で検出した位相誤差 $\Delta\Phi$ は、絶対値化部 4 8 2 において正の値 $|\Delta\Phi|$ に変換される。そして、絶対値化部 4 8 2 が出力する位相誤差 $|\Delta\Phi|$ は、切替部 4 8 3 を介して加算器 4 8 5 a に入力され、ある一定期間毎に位相誤差 $|\Delta\Phi|$ の平均化がなされる。ここで、1 通信フレーム内の B P S K 変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにおいて C/N 検出を行うため、タイミング生成部 3 6 が出力するタイミング信号（図 6（d））を用いて切替部 4 8 3 の切替えを行う。この切替部 4 8 3 は、タイミング信号の B P S K 変調信号の期間（図 6（d）において H i レベル期間）に絶対値化部 4 8 2 が出力する位相誤差 $|\Delta\Phi|$ を積分部 4 8 5 に入力し、それ以外の期間には、定数発生部 4 8 4 が発生する「定数 0」を積分部 4 8 5 に入力するように切替えを行う。タイミング発生部 4 8 6 は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部 4 8 5 c を制御する。積分部 4 8 5 は、タイミング発生部 4 8 6 が発生するタイミングパルスに従って、加算器 4 8 5 a の入力を遅延部 4 8 5 b のフィードバック出力または定数発生部 4 8 5 d が発生する「定数 0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した位相誤差 $|\Delta\Phi|$ を出力する。C/N 高レベル判定部 4 8 7 は、積分部 4 8 5 が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部 4 8 6 がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回るか否かによって C/N が高いか低いかを判定する（ステップ S 5 0 2）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回った場合、C/N 高レベル判定部 4 8 7 は、C/N が高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部 4 9 に対して出力する。

ここで、C/N 高レベル判定部 4 8 7 におけるしきい値については、低 C/N 時に位相数の多い変調方式を位相補正に用いることにより、位相補正部 3 4 B に

おける位相誤差検出部 3 4 1 が誤った位相誤差情報を出力することがないように、決定しなければならない。

例えば、 n 相 P S K 符号間距離 D は、 n 相 P S K 信号の振幅を A とすると、下記式 (4) のように示される。

$$D = 2 \cdot A \cdot \sin(\pi/n) \quad \dots (4)$$

この式 (4) に基づくと、 n 相 P S K 符号間距離 D は、B P S K 変調では $D = 2A$ と、Q P S K 変調では $D = \sqrt{2}A$ と、8 P S K 変調では $D = 2A \sin(\pi/8)$ となる。一般的に、図 4 7 に示すように、雑音の実効振幅値が符号間距離 D の $1/2$ 以下であれば、位相誤差検出部 3 4 1 は誤った位相誤差情報を出力しないと考えられ、このときの C/N は、下記式 (5) で表される。

$$C/N = 20 \cdot \log(A/(D/2)) \text{ [dB]} \quad \dots (5)$$

C/N 高レベルのしきい値は、8 P S K 期間で位相補正を行うかどうかを決定するものである。そこで、上記式 (5) において、 n 相 P S K 符号間距離 D に 8 P S K の符号間距離を代入して求まる 8. 3 dB が、 C/N 高レベルしきい値の目安となるものである。

さて、図 5 1 における C/N 検出部 4 8 は、位相誤差を絶対値化して等価的に C/N を求めているものであり、この 8. 3 dB に相当する C/N 高レベル判定部 4 8 7 におけるしきい値は、8 P S K の符号点において、隣り合う位相識別境界線 (図 4 7 における点線) の角度差の $1/2$ 、すなわち 11. 25 [度] となる。

次に、図 5 2 を参照して、ゲート信号選択部 4 9 の動作を説明する。

図 5 2 は、ゲート信号選択部 4 9 の構成を示すブロック図である。図 5 2 において、ゲート信号選択部 4 9 は、AND 回路 4 9 1 と、定数発生部 4 9 2 と、切替部 4 9 3 とを備える。

AND 回路 4 9 1 の一方の入力端子には、フレーム同期判定部 4 7 が出力する判定結果が、他方の入力端子には、 C/N 検出部 4 8 が出力する検出結果が、そ

れぞれ入力される。切替部 493 は、タイミング生成部 36 の出力信号である BPSK 変調信号期間のタイミング信号（図 6（c）または（d））と定数発生部 492 が発生する「定数 1（Hi レベル）」とを入力し、AND 回路 491 が指示する信号に基づいて出力を切り替える。ここで、切替部 493 は、フレーム同期判定部 47 が出力する判定結果が「同期あり」、かつ、C/N 検出部 48 が出力する検出結果が「C/N が高い」である場合に「定数 1」、すなわち、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示するゲート信号を出力し（ステップ S503）、それ以外の結果の場合にはタイミング生成部 36 の出力信号、すなわち、BPSK 期間のみで位相補正動作の実施を指示するゲート信号（図 6（c）または（d））を出力する（ステップ S504）ように切り替える。

このゲート信号は、位相補正部 34B の位相誤差保持部 342 へ出力される。

次に、位相補正部 34B の動作を説明する。

この位相補正部 34B は、上記第 1 の実施形態に係る復調装置の位相補正部 34 に対し、位相誤差検出部 341 の構成のみが異なる。従って、以下、図 53 および図 54 を参照して、位相誤差検出部 341 の動作を説明する。

図 53 は、位相誤差検出部 341 の構成を示すブロック図である。図 53 において、位相誤差検出部 341 は、BPSK 位相誤差検出部 341a と、8PSK 位相誤差検出部 341b と、切替部 341d とを備える。図 54 は、BPSK 位相誤差検出部 341a および 8PSK 位相誤差検出部 341b で行う位相誤差検出を説明する図である。

位相誤差を含んだ複素乗算部 344 の出力は、BPSK 位相誤差検出部 341a および 8PSK 位相誤差検出部 341b の双方に入力される。BPSK 位相誤差検出部 341a は、BPSK 変調軸（0 度、180 度）に対する位相誤差を検出する（図 54（a））。8PSK 位相誤差検出部 341b は、8PSK 変調軸（0 度、45 度、90 度、135 度、180 度、225 度、270 度、315 度）に対する位相誤差を検出する（図 54（b））。切替部 341d は、タイミン

グ生成部 3 6 が出力するタイミング信号を用いて、タイミング信号期間（B P S K 変調の期間）は、B P S K 位相誤差検出部 3 4 1 a が検出した位相誤差を、それ以外の期間は、8 P S K 位相誤差検出部 3 4 1 b が検出した位相誤差を位相誤差保持部 3 4 2 へ出力するように切り替える。

なお、位相誤差保持部 3 4 2 以降の動作は、上記第 1 の実施形態において説明したのと同様であるが、切換部 3 4 2 a および保持部 3 4 2 f を制御する信号として、タイミング生成部 3 6 が出力するタイミング信号（ゲート信号）ではなくゲート信号選択部 4 9 が出力するゲート信号を用いる（図 4 8 を参照）。

これにより、位相補正部 3 4 B は、タイミング信号およびゲート信号に従って、C/N の状態に基づいた位相補正を行うことができる（ステップ S 5 0 5）。

その内容を下記表 3 に示す。

なお、下記表 3 において「B P S K 同期信号期間」とは、フレーム同期信号／T M C C 信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間（上記図 6（c）のタイミング信号を用いた場合）、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間（上記図 6（d）のタイミング信号を用いた場合）を示している。

【表 3】

位相同期 (フレーム同期判定部 47 の出力)	C/N 状態 (C/N 検出部 48 の出力)	位相補正の対象
なし	—	B P S K 同期信号期間
あり	低	B P S K 同期信号期間
	高	8 P S K とみなして全主信号期間、および、B P S K 同期信号期間

以上のように、本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置は、B P S K 変調信号期間で位相同期がされているときの C/N 状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該 C/N が予め定めたレベルである場合、通信フレ

ームの主信号期間に対しても8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。

これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

なお、C/N検出部48における位相誤差検出部481は位相補正部34Bの位相誤差検出部341と同様の機能を有しているので、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。また、フレーム同期判定部47は、位相同期を判定する方法の一例であるため、フレーム同期判定部47の代わりに上記第3の実施形態で述べた位相同期検出部43を用いても同様の効果が得られる。

(第10の実施形態)

本発明の第10の実施形態に係る復調装置は、上述した第9の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。

以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第10の実施形態に係る復調装置について説明する。

図55は、請求項18、37、49に対応する、本発明の第10の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図55において、第10の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48Aと、ゲート信号選択部49Aと、復調モード切替部50と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図56は、第10の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャート

である。

図55に示すように、第10の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とC/N検出部48Aとゲート信号選択部49Aと復調モード切替部50とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第9の実施形態に係る復調装置に対して、誤り訂正検出部44および復調モード切替部50をさらに加え、C/N検出部48をC/N検出部48Aに、ゲート信号選択部49をゲート信号選択部49Aに代えた構成となる。

なお、第10の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第9の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、図56において図5および図49と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

まず、誤り訂正検出部44の動作について説明する。

誤り訂正検出部44は、第2の誤り訂正部38が誤り訂正の過程で出力する誤り訂正不可を表す信号および誤り残留を表す信号を入力する。そして、誤り訂正検出部44は、TMCC信号に対して正しい誤り訂正が施されているか否かを検出し、この検出の結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する（ステップS601）。

次に、図57を参照して、C/N検出部48Aの動作を説明する。

図57は、C/N検出部48Aの構成を示すブロック図であり、位相誤差により等価的にC/Nを検出するものである。図57において、C/N検出部48Aは、位相誤差検出部481と、絶対値化部482と、切替部483と、定数発生部484と、加算器485aと遅延部485bと切替部485cと定数発生部485dとで構成される積分部485と、タイミング発生部486と、C/N高レベル判定部487と、C/N低レベル判定部488を備える。

図57に示すように、C/N検出部48Aは、上記第9の実施形態のC/N検出部48の構成に、C/N低レベル判定部488をさらに加えた構成である。

C/N高レベル判定部487は、積分部485が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めた第1のしきい値を下回るか否かによってC/Nが高いかを判定する（ステップS502）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めた第1のしきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部487は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。一方、C/N低レベル判定部488は、積分部485が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めた第2のしきい値を上回るか否かによってC/Nが低いかを判定する（ステップS602）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めた第2のしきい値を上回った場合、C/N高レベル判定部488は、C/Nが低いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。

ここで、例えば、C/N高レベル判定部487における第1のしきい値については、上述したように11.25[度]を目安に決定すればよい。

また、C/N低レベルのしきい値は、BPSK期間のみで位相補正を行うかどうかを決定するものである。そこで、上記式(5)において、n相PSK符号間距離DにQPSKの符号間距離を代入して求まる3dBが、C/N低レベルしきい値の目安となるものである。この3dBに相当するC/N低レベル判定部488におけるしきい値は、QPSKの符号点において、隣り合う位相識別境界線の角度差の1/2、すなわち、22.5[度]となる。

従って、この場合、C/N検出部48Aの出力は、下記表4のようになる。

【表4】

位相誤差	C/N高レベル判定出力	C/N低レベル判定出力	C/N判定
1 1. 2 5 deg以下	H i	L o	高
1 1. 2 5 deg～ 2 2. 5 deg	L o	L o	中
2 2. 5 deg以上	L o	H i	低

次に、図58を参照して、ゲート信号選択部49Aの動作を説明する。

図58は、ゲート信号選択部49Aの構成を示すブロック図である。図58において、ゲート信号選択部49Aは、AND回路491、495と、定数発生部492と、切替部493、494と、OR回路496、497とを備える。

切替部493は、OR回路497を介してTMCCデコーダ40から入力される主信号のBPSK変調期間およびQPSK変調期間の双方の期間を与えるタイミング信号と、定数発生部492が発生する「定数1」とを入力し、C/N高レベル判定部487が出力する判定結果に基づいて出力を切り替える。切替部494は、TMCCデコーダ40から入力される主信号のBPSK変調期間のタイミング信号と切替部493が出力する信号とを入力し、C/N低レベル判定部488が出力する判定結果に基づいて出力を切り替える。ここで、切替部493および494は、C/N判定が「高」である場合は「定数1」すなわち、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示するゲート信号を（ステップS503）、C/N判定が「中」である場合は主信号のQPSKおよびBPSK変調期間のタイミング信号を（ステップS603）、C/N判定が「低」である場合は主信号のBPSK変調期間のタイミング信号（ステップS504）を出力するように切り替える。

一方、AND回路491には、フレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果とが、それぞれ入力される。このAND回路491の出力は、上記切替部494が出力する信号とともにAND回路49

5に入力される。また、OR回路496は、AND回路495の出力とタイミング生成部36が出力するBPSKタイミング信号とを入力する。従って、AND回路491、495およびOR回路496によって、位相同期がとれて、かつ、TMCCが正しく訂正された場合だけ、切替部494の出力信号がゲート信号として出力され、それ以外の場合には、今までどおりBPSKタイミング信号(図6(c)または(d))がゲート信号として出力される。

このゲート信号は、位相補正部34Cの位相誤差保持部342へ出力される。

次に、図59を参照して、復調モード切替部50の動作を説明する。

図59は、復調モード切替部50が入力する各タイミング信号と出力する復調モード信号とを示す図である。

復調モード切替部50は、タイミング生成部36からフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号(図59(b))と、TMCCデコーダ40から主信号QPSKタイミング信号(図59(c))、主信号BPSKタイミング信号(図59(d))とを入力する。復調モード切替部50は、これらの各タイミング信号に基づいて、BPSK変調信号の期間を示す第1の復調モード信号(図59(e))と、QPSK変調信号の期間を示す第2の復調モード信号(図59(f))とを生成し、位相誤差検出部341へ出力する。

この第1および第2の復調モード信号は、位相誤差検出部341の復調モードを切り替えるのに用いられる。

次に、位相補正部34Cの動作を説明する。

この位相補正部34Cは、上記第1の実施形態に係る復調装置の位相補正部34に対し、位相誤差検出部341の構成のみが異なる。従って、以下、図60および図61を参照して、位相誤差検出部341の動作を説明する。

図60は、位相誤差検出部341の構成を示すブロック図である。図60において、位相誤差検出部341は、BPSK位相誤差検出部341aと、QPSK

位相誤差検出部 3 4 1 b と、8 P S K 位相誤差検出部 3 4 1 c と、切替部 3 4 1 d, 3 4 1 e とを備える。図 6 1 は、B P S K 位相誤差検出部 3 4 1 a, Q P S K 位相誤差検出部 3 4 1 b および 8 P S K 位相誤差検出部 3 4 1 c で行う位相誤差検出を説明する図である。

位相誤差を含んだ複素乗算部 3 4 4 の出力は、B P S K 位相誤差検出部 3 4 1 a, Q P S K 位相誤差検出部 3 4 1 b および 8 P S K 位相誤差検出部 3 4 1 c の各々に入力される。B P S K 位相誤差検出部 3 4 1 a は、B P S K 変調軸 (0 度, 1 8 0 度) に対する位相誤差を検出する (図 6 1 (a))。Q P S K 位相誤差検出部 3 4 1 b は、Q P S K 変調軸 (4 5 度, 1 3 5 度, 2 2 5 度, 3 1 5 度) に対する位相誤差を検出する (図 6 1 (b))。8 P S K 位相誤差検出部 3 4 1 c は、8 P S K 変調軸 (0 度, 4 5 度, 9 0 度, 1 3 5 度, 1 8 0 度, 2 2 5 度, 2 7 0 度, 3 1 5 度) に対する位相誤差を検出する (図 6 1 (c))。切替部 3 4 1 d は、復調モード切替部 5 0 が出力する第 2 の復調モード信号 (図 5 9 (d) を参照) を用いて、H i 信号期間は、Q P S K 位相誤差検出部 3 4 1 b が検出した位相誤差を、それ以外の期間は、8 P S K 位相誤差検出部 3 4 1 c 検出した位相誤差を切替部 3 4 1 e へ出力するように切り替える。切替部 3 4 1 e は、復調モード切替部 5 0 が出力する第 1 の復調モード信号 (図 5 9 (e) を参照) を用いて、H i 信号期間は、B P S K 位相誤差検出部 3 4 1 a が検出した位相誤差を、それ以外の期間は、切替部 3 4 1 d が出力する位相誤差を位相誤差保持部 3 4 2 へ出力するように切り替える。

すなわち、B P S K > Q P S K > 8 P S K の優先順位で、位相誤差検出部 3 4 1 の復調モードの切替が行われる。

なお、位相誤差保持部 3 4 2 以降の動作は、上記第 1 の実施形態において説明したのと同様であるが、切換部 3 4 2 a および保持部 3 4 2 f を制御する信号として、タイミング生成部 3 6 が出力するタイミング信号 (ゲート信号) ではなくゲート信号選択部 4 9 A が出力するゲート信号を用いる (図 5 5 を参照)。

これにより、位相補正部 3 4 C は、第 1 および第 2 の復調モード信号およびゲート信号に従って、C/N の状態に基づいた位相補正を行うことができる（ステップ S 5 0 5）。

その内容を下記表 5 に示す。

なお、下記表 5 において「BPSK 同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC 信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間（上記図 6（c）のタイミング信号を用いた場合）、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間（上記図 6（d）のタイミング信号を用いた場合）を示している。

【表 5】

位相同期 (フレーム同期判定部 47 の出力)	誤り訂正 (誤り訂正検出部 44 の出力)	C/N 状態 (C/N 検出部 48A の出力)	位相補正の対象
なし	—	—	BPSK 同期信号期間
あり	未完了	—	BPSK 同期信号期間
	完了	低	BPSK の主信号期間、 および、BPSK 同期信号期間
		中	対応する変調方式にて BPSK、 QPSK の主信号期間、 および、BPSK 同期信号期間
		高	対応する変調方式にて全期間

以上のように、本発明の第 10 の実施形態に係る復調装置は、BPSK 変調信号期間で位相同期がされているときの C/N 状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該 C/N 状態および位相誤差検出部 3 4 1 において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生では BPSK 変調されるフレーム同期信号/TMCC 信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。

これにより、低 C/N 状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うこと

ができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

なお、C/N検出部48Aにおける位相誤差検出部481は位相補正部34Cの位相誤差検出部341と同様の機能を有しているため、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。また、フレーム同期判定部47は、位相同期を判定する方法の一例であるため、フレーム同期判定部47の代わりに上記第3の実施形態で述べた位相同期検出部43を用いても同様の効果が得られる。

(第11の実施形態)

本発明の第11の実施形態に係る復調装置は、上述した第9および第10の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。

以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第11の実施形態に係る復調装置について説明する。

図62は、請求項19、37、50に対応する、本発明の第11の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図62において、第11の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48Aと、ゲート信号選択部49Bと、復調モード切替部50Aと、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図63は、第11の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

図62に示すように、第11の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形

態に係る復調装置に、誤り訂正検出部 4 4 とフレーム同期判定部 4 7 と C/N 検出部 4 8 A とゲート信号選択部 4 9 B と復調モード切替部 5 0 A とをさらに加え、位相補正部 3 4 を位相補正部 3 4 C に代えた構成であり、また、上記第 1 0 の実施形態に係る復調装置に対して、ゲート信号選択部 4 9 A をゲート信号選択部 4 9 B に、復調モード切替部 5 0 を復調モード切替部 5 0 A に代えた構成となる。

なお、第 1 1 の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第 1 および第 9 ～第 1 0 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、図 6 3 において図 5，図 4 9 および図 5 6 と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

まず、図 6 4 を参照して、ゲート信号選択部 4 9 B の動作を説明する。

図 6 4 は、ゲート信号選択部 4 9 B の構成を示すブロック図である。図 6 4 において、ゲート信号選択部 4 9 B は、AND 回路 4 9 1，4 9 1 a，4 9 5 と、定数発生部 4 9 2，4 9 2 a と、切替部 4 9 3，4 9 4，4 9 9 と、OR 回路 4 9 6，4 9 7 と、NOT 回路 4 9 8 とを備える。

ゲート信号選択部 4 9 B において、OR 回路 4 9 6 の出力までは上記第 1 0 の実施形態で説明したとおりであり、AND 回路 4 9 1，4 9 5 および OR 回路 4 9 6 によって、位相同期がとれて、かつ、TMCC が正しく訂正された場合だけ、切替部 4 9 4 の出力信号がゲート信号として出力され、それ以外の場合には、今までどおり BPSK タイミング信号（図 6（c）または（d））がゲート信号として出力される。

一方、AND 回路 4 9 1 a には、C/N 高レベル判定部 4 8 7 が出力する判定結果とフレーム同期判定部 4 7 が出力する判定結果と誤り訂正検出部 4 4 が出力する検出結果の逆論理の信号（NOT 回路 4 9 8 により論理値が反転）が入力される。切替部 4 9 9 は、フレーム同期信号/TMCC 信号期間およびキャリア同

期補助信号期間のタイミング信号と、定数発生部492aが発生する「定数1」とを入力し、AND回路491aの出力に基づいて出力を切替える。ここで、切替部499は、位相同期がとれて、TMCCが正しく訂正されておらず、かつ、高C/N状態である場合には、定数発生部492aが発生する「定数1」を、それ以外の場合には、OR回路496が出力する信号をゲート信号として出力するように切替える（ステップS701）。これにより、TMCCが正しく訂正されていないときでも、つまり、TMCCデコーダ40から生成される主信号のタイミングを表す信号が信頼できないときでも、位相同期がとれて、かつ、高C/N状態である場合には、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示する「定数1」がゲート信号として出力される（ステップS702）。なお、低C/N状態である場合には、BPSK期間の信号がゲート信号として出力される（ステップS703）。

このゲート信号は、位相補正部34Cの位相誤差保持部342へ出力される。

次に、図65を参照して、復調モード切替部50Aの動作を説明する。

図65は、復調モード切替部50Aの構成を示すブロック図である。図65において、復調モード切替部50Aは、AND回路501～503と、OR回路504とを備える。

AND回路501は、フレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果とを入力する。AND回路502は、主信号BPSKタイミング信号（図59（d）を参照）とAND回路501の出力とを入力する。AND回路503は、主信号QPSKタイミング信号（図59（c）を参照）とAND回路501の出力とを入力し、論理結果を第2の復調モード信号として出力する。OR回路504は、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号（図59（b）を参照）とAND回路502の出力とを入力し、論理結果を第1の復調モード信号として出力する。

このように、ゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとにより、位

相補正部 34C を制御して、TMCC 信号が正しく訂正されて、主信号の各変調方式に対応して位相補正する前に、同期がとれて、かつ、高 C/N 状態である場合には、上記第 9 の実施形態で説明したように主信号の期間を 8PSK とみなして位相補正を行う（ステップ S704, S601）。その後は、上記第 10 の実施形態で説明したのと同様に、各変調方式に対応して位相補正を行う（ステップ S502～S505, S602～S603）。

その内容を下記表 6 に示す。

なお、下記表 6 において「BPSK 同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC 信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間（上記図 6（c）のタイミング信号を用いた場合）、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間（上記図 6（d）のタイミング信号を用いた場合）を示している。

【表 6】

位相同期 (フレーム同期判定部 47 の出力)	誤り訂正 (誤り訂正検出部 44 の出力)	C/N 状態 (C/N 検出部 48A の出力)	位相補正の対象
なし	—	—	BPSK 同期信号期間
あり	未完了	低	BPSK 同期信号期間
		高	8PSK とみなして全主信号期間、および、BPSK 同期信号期間
	完了	低	BPSK の主信号期間、および、BPSK 同期信号期間
		中	対応する変調方式にて BPSK, QPSK の主信号期間、および、BPSK 同期信号期間
		高	対応する変調方式にて全期間

以上のように、本発明の第 11 の実施形態に係る復調装置は、BPSK 変調信号期間で位相同期がされているときの C/N 状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該 C/N が予め定めたレベルである場合、通信フ

フレームの全期間において8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。

これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

(第12の実施形態)

本発明の第12の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第11の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。

以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第12の実施形態に係る復調装置について説明する。

図66は、請求項20, 37, 51に対応する、本発明の第12の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図66において、第12の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51と、ゲート信号選択部49と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図66に示すように、第12の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、フレーム同期判定部47とBER検出部51とゲート信号選択部49とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第9の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48を

B E R検出部 5 1 に代えた構成となる。

なお、第 1 2 の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第 1 および第 9 の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、第 1 2 の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第 9 の実施形態において図 4 9 で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

以下、異なる構成である B E R検出部 5 1 を、図 6 7 を参照して説明する。

図 6 7 は、B E R検出部 5 1 の構成を示すブロック図である。図 6 7 において、B E R検出部 5 1 は、誤り訂正再符号化部 5 1 1 と、比較部 5 1 2 と、C/N 高レベル判定部 5 1 3 とを備える。

誤り訂正再符号化部 5 1 1 は、第 2 の誤り訂正部 3 8 が出力する誤り訂正がされている T M C C 信号を入力する。そして、誤り訂正再符号化部 5 1 1 は、フレーム同期信号/T M C C 信号期間のタイミング信号に基づいて、入力する誤り訂正後の T M C C 信号に対して再符号化を施す。比較部 5 1 2 は、誤り訂正再符号化部 5 1 1 が出力する再符号化された T M C C 信号と、位相補正部 3 4 C が出力する誤り訂正がされていない信号とを入力する。そして、比較部 5 1 2 は、フレーム同期信号/T M C C 信号期間のタイミング信号に基づいて、位相補正部 3 4 C が出力する信号から T M C C 信号の期間を抽出し、この誤り訂正がされていない T M C C 信号と再符号化された T M C C 信号とを比較してビット誤り率を算出する。C/N 高レベル判定部 5 1 3 は、比較部 5 1 2 が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めたしきい値を下回るか否かによって C/N が高いか低いかを判定する（図 4 9，ステップ S 5 0 2 を参照）。そして、この判定の結果、ビット誤り率が予め定めたしきい値を下回った場合、C/N 高レベル判定部 5 1 3 は、C/N が高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部 4 9 に対して出力する。

ここで、C/N高レベル判定部513におけるしきい値については、上記第9の実施形態で述べたように、低C/N時に位相数の多い変調方式を位相補正に用いることにより、位相補正部34Cにおける位相誤差検出部341が誤った位相誤差情報を出力することがないように、決定しなければならない。

例えば、上記第9の実施形態で用いた値11.25degについてしきい値を算出してみる。上述したように、11.25degにおけるC/Nは、上記式(5)にから8.3dBとなる。

一方、BPSK変調におけるC/N対ビット誤り率の関係は、一般に図68に示すような関係になることが知られているので、この図68から8.3dB時におけるビット誤り率を読みとると、 1×10^{-4} が求まる。よって、しきい値は、 1×10^{-4} を目安に設定すればよい。

以上のように、本発明の第12の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。

これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

(第13の実施形態)

本発明の第13の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第12の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。

以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第13の実施形態に係る復調装置について説明する。

図69は、請求項21, 37, 52に対応する、本発明の第13の実施形態に

係る復調装置の構成を示すブロック図である。図69において、第13の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51Aと、ゲート信号選択部49Aと、復調モード切替部50と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図69に示すように、第13の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とBER検出部51Aとゲート信号選択部49Aと復調モード切替部50とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第10の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48AをBER検出部51Aに代えた構成となる。

なお、第13の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第10の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、第13の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第10の実施形態において図56で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

以下、異なる構成であるBER検出部51Aを、図70を参照して説明する。

図70は、BER検出部51Aの構成を示すブロック図である。図70において、BER検出部51Aは、誤り訂正再符号化部511と、比較部512と、C/N高レベル判定部513と、C/N低レベル判定部514とを備える。

誤り訂正再符号化部511は、第2の誤り訂正部38が出力する誤り訂正がされているTMCC信号を入力する。そして、誤り訂正再符号化部511は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、入力する誤り訂

正後のTMCC信号に対して再符号化を施す。比較部512は、誤り訂正再符号化部511が出力する再符号化されたTMCC信号と、位相補正部34Cが出力する誤り訂正がされていない信号とを入力する。そして、比較部512は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、位相補正部34Cが出力する信号からTMCC信号の期間を抽出し、この誤り訂正がされていないTMCC信号と再符号化されたTMCC信号とを比較してビット誤り率を算出する。C/N高レベル判定部513は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めた第1のしきい値を下回るか否かによってC/Nが高いかを判定する（図56，ステップS502を参照）。一方、C/N低レベル判定部514は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めた第2のしきい値を上回るか否かによってC/Nが低いかを判定する（図56，ステップS602を参照）。そして、この判定の結果、ビット誤り率が予め定めた第1のしきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部513は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力し、ビット誤り率が予め定めた第2のしきい値を上回った場合、C/N低レベル判定部514は、C/Nが低いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。

ここで、例えば、C/N高レベル判定部513における第1のしきい値については、上述したように 1×10^{-4} とすればよい。

また、C/N低レベル判定部514における第2のしきい値については、上記第10の実施形態で用いた値22.5 [deg]における $C/N = 3 \text{ dB}$ に従って図68から読み取ると、 2.3×10^{-2} が求まる。よって、第1のしきい値は、 1×10^{-4} を、第2のしきい値は、 2.3×10^{-2} を目安に設定すればよい。

以上のように、本発明の第13の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および位相誤差検出部341において設けた

複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。

これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

(第14の実施形態)

本発明の第14の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第13の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。

以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第14の実施形態に係る復調装置について説明する。

図71は、請求項22, 37, 53に対応する、本発明の第14の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図71において、第14の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51Aと、ゲート信号選択部49Bと、復調モード切替部50Aと、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図71に示すように、第14の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とBER検出部51Aとゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第11の

実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48AをBER検出部51Aに代えた構成となる。

なお、第14の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第11の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

また、第14の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第11の実施形態において図63で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

以上のように、本発明の第14の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの全期間において8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。

これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

なお、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置において、定常復調に至ってからも、C/Nの状態を監視して、そのC/N検出結果により、位相補正の対象を変化させることにより、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上できるのは言うまでもない。

なお、上記第2～第8の実施形態に係る復調装置は、それぞれ基本となる第1の実施形態に係る復調装置に対して擬似同期を回避することを目的とし、上記第

9～第14の実施形態に係る復調装置は、それぞれ基本となる第1の実施形態に係る復調装置に対して位相ジッタの影響を軽減することを目的として個々に記載した。しかし、上記第2～第8の実施形態に係る復調装置の構成と、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置の構成とをそれぞれ組み合わせることにより、擬似同期の回避と位相ジッタの影響の軽減とを同時に実現することができる（請求項23～32，54～63）。

また、上記第1～第14の実施形態では、時分割多重を行う変調方式としてBPSK、QPSK、8PSKを取り上げて説明したが、キャリア同期補助信号の変調方式を時分割多重される n 相位相変調のうち最も位相数 n の少ない位相変調とすれば、他の変調方式においても上述と同様の効果を得ることができる。

さらに、各通信フレーム内のフレーム同期信号の設置位置が、キャリア同期補助信号の挿入周期にあたる位置とある程度近い場合には、上記第9の実施形態で述べたフレーム同期判定部47（図50）の構成を、上記第3，第5および第7の実施形態における位相同期検出部43へ、上記第4，第6および第8の実施形態における第1の位相同期検出部43Aへそれぞれ用いることが可能であり、これにより回路の簡素化を図ることができる。

（3）その他の送信系および受信系

上記（1）送信系および（2）受信系の説明においては、通信フレーム内にBPSK変調のキャリア同期補助信号を分散挿入し、このキャリア同期補助信号を用いて周波数・位相補正する変調・復調装置および方法を説明した。

ここで、上述したように、主信号には低階層信号、すなわち、BPSK変調されている信号が存在する（図2を参照）。従って、このBPSK変調の主信号である低階層信号をも初期の搬送波再生に用いれば、さらに高速かつ安定に同期を行うことができる。

そこで、以下においては、BPSK変調されている低階層信号をも利用して搬

送波再生を行える変調・復調装置および方法について説明する。

(変調装置および方法の他の実施形態)

図72は、請求項3、4、7、8に対応する、本発明の一実施形態に係る他の変調装置の構成を示すブロック図である。図72において、本発明の一実施形態に係る他の変調装置は、フレーム同期信号/TMCC信号生成部11と、TSパケット合成部12と、TMCC誤り訂正符号化部13と、第1の誤り訂正符号化部14と、第2の誤り訂正符号化部15と、第1のBPSKマッピング部16と、BPSK/QPSKマッピング部17と、8PSKマッピング部18と、多重化/直交変調部19と、同期補助信号生成部22と、差動符号化部23と、第2のBPSKマッピング部21とを備える。

図73は、本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

図72に示すように、他の変調装置は、上記変調装置(図1を参照)に、差動符号化部23をさらに加え、同期補助信号生成部20を同期補助信号生成部22に代えた構成となる。

なお、他の変調装置のその他の構成は、上記変調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

以下、他の変調装置が上記変調装置と異なる構成である、同期補助信号生成部22および差動符号化部23の動作を説明する。

同期補助信号発生部22は、上述したようにキャリア同期補助信号を生成する。このとき、同期補助信号発生部22は、入力するTMCC情報に基づいて、図73に示すように、キャリア同期補助信号を挿入する位置の次のパケットに施される変調方式を定義した情報を重畳する。差動符号化部23は、変調方式情報が重畳したキャリア同期補助信号を入力し、復調装置においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号できるように、変調方式情報に差動符号化を施す。そして、この差動符号化された変調方式情報を重畳したキャリア同期補

助信号は、第2のBPSKマッピング部21に入力される。

以降の動作は、上述したとおりである。

上記同期補助信号生成部22および差動符号化部23が行う動作を、具体的な値を一例に挙げて説明する。

今、1パケット中に4シンボル(=4ビット)のキャリア同期補助信号を4つ挿入する通信フレームを生成する場合を考える。このとき、同期補助信号生成部22で生成する各変調方式のキャリア同期補助信号(4×4=16ビット)を以下のように設定する。

8PSK : 0111111111111111

QPSK : 0010101010101010

BPSK : 0101010101010101

このキャリア同期補助信号に対して、差動符号化部23でそれぞれ差動符号化を施すと、以下ようになる。

8PSK : 0101010101010101

QPSK : 0011001100110011

BPSK : 0110011001100110

この差動符号化後のキャリア同期補助信号を、後述する復調装置において復号すると、以下ようになる。

8PSK : X1111111111111111

QPSK : X0101010101010101

BPSK : X1010101010101010

このように、差動符号化後のキャリア同期補助信号は、1または0が連続することがないため、変調波にキャリアが立つことがなく、また、差動復号後2bitごとに同一パターンが7回ずつ現れるので、復調装置において多数決判決用いて信頼性を高めることができる。

以上のように、本発明の一実施形態に係る他の変調装置によれば、復調装置に

において次のパケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強いBPSKにより変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。

これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたBPSKのキャリア同期補助信号およびBPSK変調された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

(復調装置および方法の他の実施形態)

次に、上述した本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成された通信フレームを復調する復調装置および方法を、以下に説明する。

図74は、請求項38、64に対応する、本発明の一実施形態に係る他の復調装置の構成を示すブロック図である。図74において、本発明の一実施形態に係る他の復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36Aと、キャリア同期補助信号デコーダ52と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

図74に示すように、一実施形態に係る他の復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、キャリア同期補助信号デコーダ52をさらに加え、タイミング生成部36をタイミング生成部36Aに代えた構成である。

なお、一実施形態に係る他の復調装置のその他の構成は、上記第1の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

以下、一実施形態に係る他の復調装置が上記第1の実施形態に係る復調装置と異なる構成である、キャリア同期補助信号デコーダ52およびタイミング生成部36Aの動作を順に説明する。

図75は、キャリア同期補助信号デコーダ52の構成を示すブロック図である

。図 7 5 において、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 は、遅延検波部 5 2 1 と、位相識別部 5 2 2 と、B P S K 同期補助信号パターン照合部 5 2 3 と、主信号 B P S K ゲート生成部 5 2 4 とを備える。

遅延検波部 5 2 1 は、帯域制限フィルタ 3 3 からの信号を入力し、現在の位相変調信号と 1 シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部 5 2 2 は、遅延検波部 5 2 1 が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。B P S K 同期補助信号パターン照合部 5 2 3 は、位相識別部 5 2 2 が出力する信号からキャリア同期補助信号の位置を検出し、キャリア同期補助信号に重畳されている変調方式情報を抽出して主信号 B P S K ゲート生成部 5 2 4 へ出力する。主信号 B P S K ゲート生成部 5 2 4 は、入力する変調方式情報に基づいて、変調方式が B P S K である主信号の期間を与えるタイミング信号（ゲート信号）を生成する（図 7 6（c））。

このタイミング信号は、タイミング生成部 3 6 A へ出力される。

タイミング生成部 3 6 A は、まず、フレーム同期検出部 3 5 で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1 通信フレーム内のフレーム同期信号／T M C C 信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図 7 6（b）に示すような当該期間に応じた補助信号 B P S K タイミング信号を生成する。次に、タイミング生成部 3 6 A は、生成した B P S K タイミング信号（図 7 6（b））と、キャリア同期補助信号デコーダ 5 2 が出力する主信号 B P S K タイミング信号（図 7 6（c））とに基づいて、通信フレーム内の B P S K 変調がされている期間を与える全 B P S K タイミング信号（図 7 6（d））を生成する。

この全 B P S K タイミング信号は、周波数補正部 3 2 および位相補正部 3 4 へ出力され、当該信号に従った補正がなされる。

以上のように、本発明の一実施形態に係る他の復調装置によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む B P S K に加え、B P S K 変調がなされている主信号をも用いて搬送波再

生を行う。

これにより、低C/N状態においてもパケット内に分散させたBPSKのキャリア同期補助信号およびBPSK変調された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

なお、上記実施形態においては、キャリア同期補助信号デコーダ52およびタイミング生成部36Aの構成を、上記第1の実施形態に係る復調装置に用いた場合を説明した。しかし、このキャリア同期補助信号デコーダ52およびタイミング生成部36Aの構成は、上記第2～第14の実施形態に係る復調装置にも用いることが可能であり、用いることにより同様の効果を奏することができる。

ここで、第10、第11、第13および第14の実施形態に係る復調装置にキャリア同期補助信号デコーダ52およびタイミング生成部36Aの構成を用いる場合、TMCCデコーダ40から得ていた主信号の変調方式の情報を、キャリア同期補助信号デコーダ52から得ることももちろん可能である。

また、上述した復調装置に関する各実施形態において、直交検波部31における局部発振信号の周波数を周波数補正部32の周波数誤差保持部322の出力によって可変できるようにし、上記構成の周波数補正部32の複素乗算部324の代わりに、直交検波部31により周波数誤差を補正しても同様の効果が得られるのは言うまでもない。

産業上の利用可能性

本発明は、デジタル衛星放送システムにおいて、低C/N時に復調装置の電源投入やチャンネル選択等の動作を行っても、安定かつ高速にキャリア同期を行うことが可能な変調・復調装置および方法として用いることができる。

請求の範囲

1. 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、

前記複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、

前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、

前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように、前記変調信号および前記キャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備える、変調装置。

2. 前記キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする、請求項1に記載の変調装置。

3. 前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、請求項1または2に記載の変調装置。

4. 入力する信号に対し差動符号化を施して出力する差動符号化手段をさらに備え、

前記信号生成手段は、前記差動符号化手段において差動符号化された後の信号に対し、前記データに施した複数の位相変調の内の前記最小位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成することを特徴とする、請求項3に記載の変調装置。

5. 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、

前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重することを特徴とする、変調方法。

6. 前記キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続させて時分割多重化されることを特徴とする、請求項5に記載の変調方法。

7. 前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、請求項5または6に記載の変調方法。

8. 前記キャリア同期補助信号は、差動符号化された後の信号に対し、前記データに施した複数の位相変調の内の前記最小位相変調を施すことにより生成されることを特徴とする、請求項7に記載の変調方法。

9. 複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、

前記通信フレーム内の予め定めた信号期間の周波数誤差を検出して周波数ずれの補正を行う周波数補正手段と、

前記通信フレーム内の予め定めた信号期間の位相誤差を検出して位相ずれの補正を行う位相補正手段と、

前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、遅延検波を用いて前記通信フレームの同期信号を検出することでフレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、

前記フレーム同期検出手段で検出した前記フレーム先頭位置に基づいて、前記最小位相変調が施された期間のうち少なくとも前記キャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出し、当該同期信号期間を与えるタイミング

信号を生成するタイミング生成手段とを備え、

前記周波数補正手段および前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間において、前記最小位相変調に従った補正動作を行うことを特徴とする、復調装置。

10. 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して前記位相補正手段が擬似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が擬似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

11. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記位相同期検出手段と前記誤り訂正検出手段との検出結果から擬似同期か否かを判定する擬似同期判定手段と、

前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

12. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、

前記第1の位相同期検出手段と前記第2の位相同期検出手段との検出結果から

擬似同期か否かを判定する擬似同期判定手段と、

前記擬似同期判定手段の判定の結果、擬似同期である場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

13. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC 信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記位相同期検出手段と前記誤り訂正検出手段との検出結果から擬似同期か否かを判定する擬似同期判定手段と、

前記擬似同期判定手段の判定の結果、擬似同期である場合は、前記位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

14. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第 1 の位相同期検出手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC 信号）の期間における位相同期の状態を検出する第 2 の位相同期検出手段と、

前記第 1 の位相同期検出手段と前記第 2 の位相同期検出手段との検出結果から擬似同期か否かを判定する擬似同期判定手段と、

前記擬似同期判定手段の判定の結果、擬似同期である場合は、前記位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

15. 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して前記位相補正手段が擬似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が擬似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項 13 に記載の復調装置。

16. 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して前記位相補正手段が擬似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が擬似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項 14 に記載の復調装置。

17. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出する C/N 検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記 C/N 検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

18. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相

同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

19．前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相

同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

20. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMCC 信号) の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出する BER 検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記 BER 検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

21. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMCC 信号) の誤り訂正前

のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9に記載の復調装置。

22. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項 9 に記載の復調装置。

23. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号の C/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出する C/N 検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記 C/N 検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項 10～16 のいずれかに記載の復調装置。

24. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号の C/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出する C/N 検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

25. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

26. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号を与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による

位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項 10、12、14 または 16 のいずれかに記載の復調装置。

27. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出する C/N 検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記 C/N 検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレーム

の全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

28. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記BER検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10～16

のいずれかに記載の復調装置。

29. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤

差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

30. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴と

する、請求項 11、13 または 15 のいずれかに記載の復調装置。

31. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMCC 信号) の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出する BER 検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMCC 信号) の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記 BER 検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合は、前記通信フレーム

の全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12、14または16のいずれかに記載の復調装置。

32. 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

33. 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波された位相変調信号から、伝送された信号を識別する1または2以上の位相識別手段と、

前記1または2以上の位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号とのパター

ン照合を行う照合手段とを備え、

前記1または2以上の位相識別手段は、前記フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域をそれぞれ有し、2以上の当該位相識別領域はそれぞれ異なった位相回転を施して並列に設置し、

前記照合手段は、前記位相識別領域の位相回転量が異なる前記位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする、請求項9～32のいずれかに記載の復調装置。

34. 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波信号に予め定めた数種類の位相回転を与える複数の位相回転手段と、

前記複数の位相回転手段のそれぞれの出力に対し、位相識別を行う位相識別手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記位相識別手段は、前記フレーム同期信号が伝送される位相変調に対応する位相識別領域を有し、遅延検波されて異なった位相回転が与えられたそれぞれの位相変調信号に対し伝送された信号を識別し、

前記照合手段は、前記位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする、請求項9～32のいずれかに記載の復調装置。

35. 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、

前記位相識別手段の識別位相を回転する識別位相回転手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記位相識別手段は、前記フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位

相識別領域を有し、前記位相回転手段は前記照合手段により前記フレーム同期信号を検出するまで、前記位相識別手段における前記位相識別領域の位相を回転させることを特徴とする、請求項 9～32 のいずれかに記載の復調装置。

36. 前記フレーム同期検出手段は、
信号を遅延検波する遅延検波手段と、
遅延検波信号に位相回転を与える位相回転手段と、
前記位相回転手段の出力を入力して遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記照合手段により前記フレーム同期信号を検出するまで、前記位相回転手段の位相を回転させることを特徴とする、請求項 9～32 のいずれかに記載の復調装置。

37. 前記周波数補正手段の出力信号を入力し、当該出力信号の帯域制限を行った後、前記位相補正手段へ出力する帯域制限フィルタをさらに備え、

前記フレーム同期検出手段は、周波数補正手段、または前記帯域制限フィルタ、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、前記フレーム先頭位置を検出することを特徴とする、請求項 9～36 のいずれかに記載の復調装置。

38. 前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、

前記情報に基づいて前記最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号を前記タイミング生成手段へ出力する情報検出手段をさらに備え、

前記タイミング生成手段は、前記同期信号期間に加え、前記最小位相変調期間

を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする、請求項 9 ～ 37 のいずれかに記載の復調装置。

39. 前記周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数を f_g [Hz] とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n = 1, 2, \dots$) に基づいて前記位相補正手段に入力する周波数を段階的にずらすことを特徴とする、請求項 13 ～ 16 のいずれかに記載の復調装置。

40. 複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームの復調方法であって、

前記通信フレームの同期信号を検出することで、前記最小位相変調が施された期間のうち少なくとも前記キャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出するステップと、

前記同期信号期間において、前記最小位相変調に従った周波数および位相の補正動作を行うステップとを備える、復調方法。

41. 周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

42. 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 TMCC 信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

43. 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 TMCC 信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

44. 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 TMCC 信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

45. 前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 TMCC 信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正

動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

46. 周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 44 に記載の復調方法。

47. 周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える、請求項 45 に記載の復調方法。

48. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記通信フレームの全期間で位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 40 に記載の復調方法。

49. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMCC 信号) の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めた第 2 のしき

い値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

50. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

51. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑

音電力)の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

52. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

53. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処

理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40に記載の復調方法。

54. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41～47のいずれかに記載の復調方法。

55. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1の

しきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めた第 2 のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 4 1, 4 3, 4 5 または 4 7 のいずれかに記載の復調方法。

5 6. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めた第 2 のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 4 2, 4 4 または 4 6 のいずれかに記載の復調方法。

5 7. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMCC 信号) の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めた第 2 のしき

い値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 4 1，4 3，4 5 または 4 7 のいずれかに記載の復調方法。

5 8. 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めた第 2 のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 4 2，4 4 または 4 6 のいずれかに記

載の復調方法。

59. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41～47のいずれかに記載の復調方法。

60. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41，43，45または47のいずれかに記載の復調方法。

61. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項42，44または46のいずれかに記載の復調方法。

62. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 4 1, 4 3, 4 5 または 4 7 のいずれかに記載の復調方法。

6 3. 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMCC 信号) の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めた第 2 のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調 (以下、最大位相変調という) が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 4 2, 4 4 または 4 6 のいずれかに記載の復調方法。

6 4. 前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情

報を重畳している場合、

前記情報に基づいて前記最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号を前記タイミング信号を生成するステップへ出力し、前記タイミング信号を生成するステップは、前記同期信号期間に加え、前記最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする、請求項 40～63 のいずれかに記載の復調方法。

65. 前記周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数を f_g [Hz] とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$) に基づいて位相補正動作を行う周波数を段階的にずらすことを特徴とする、請求項 44～47 のいずれかに記載の復調方法。

図 1

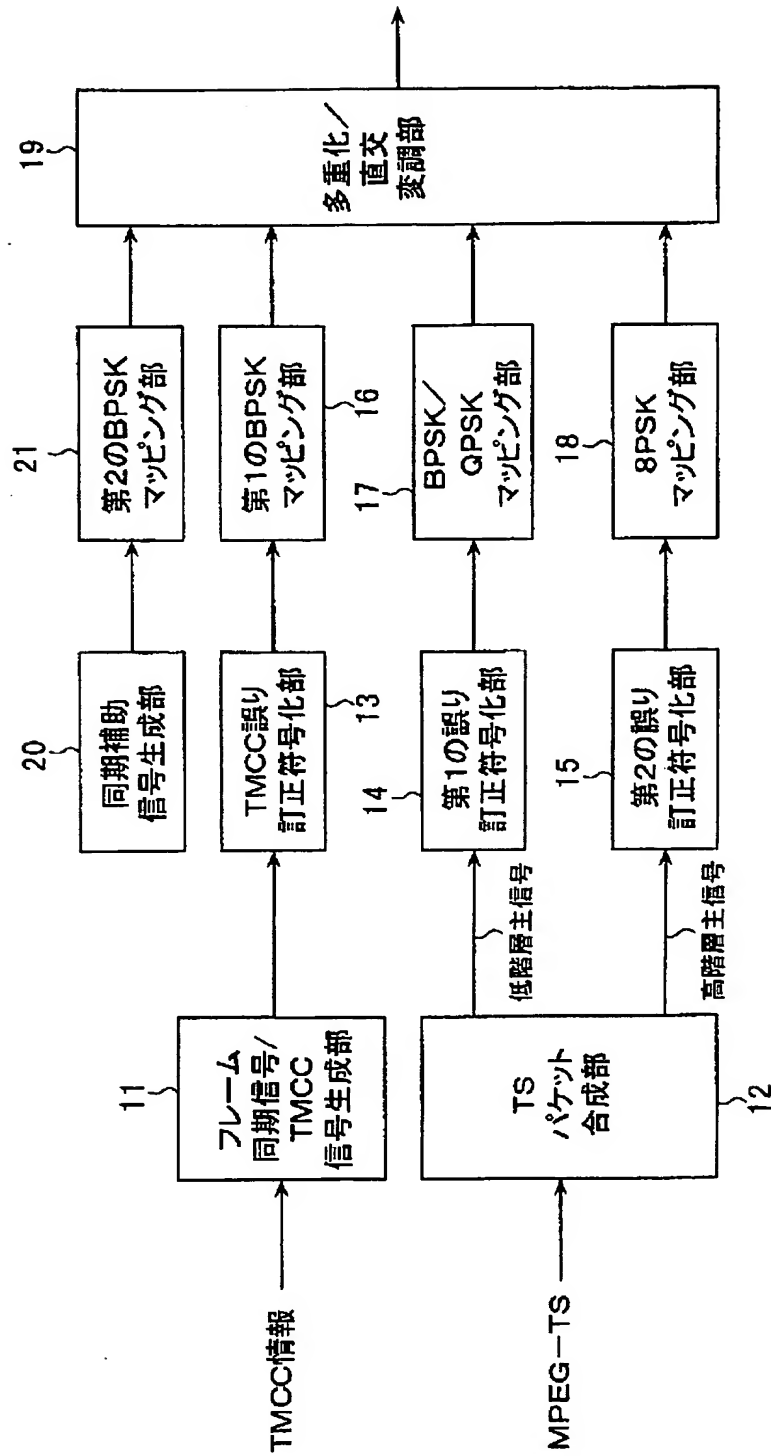


図 2

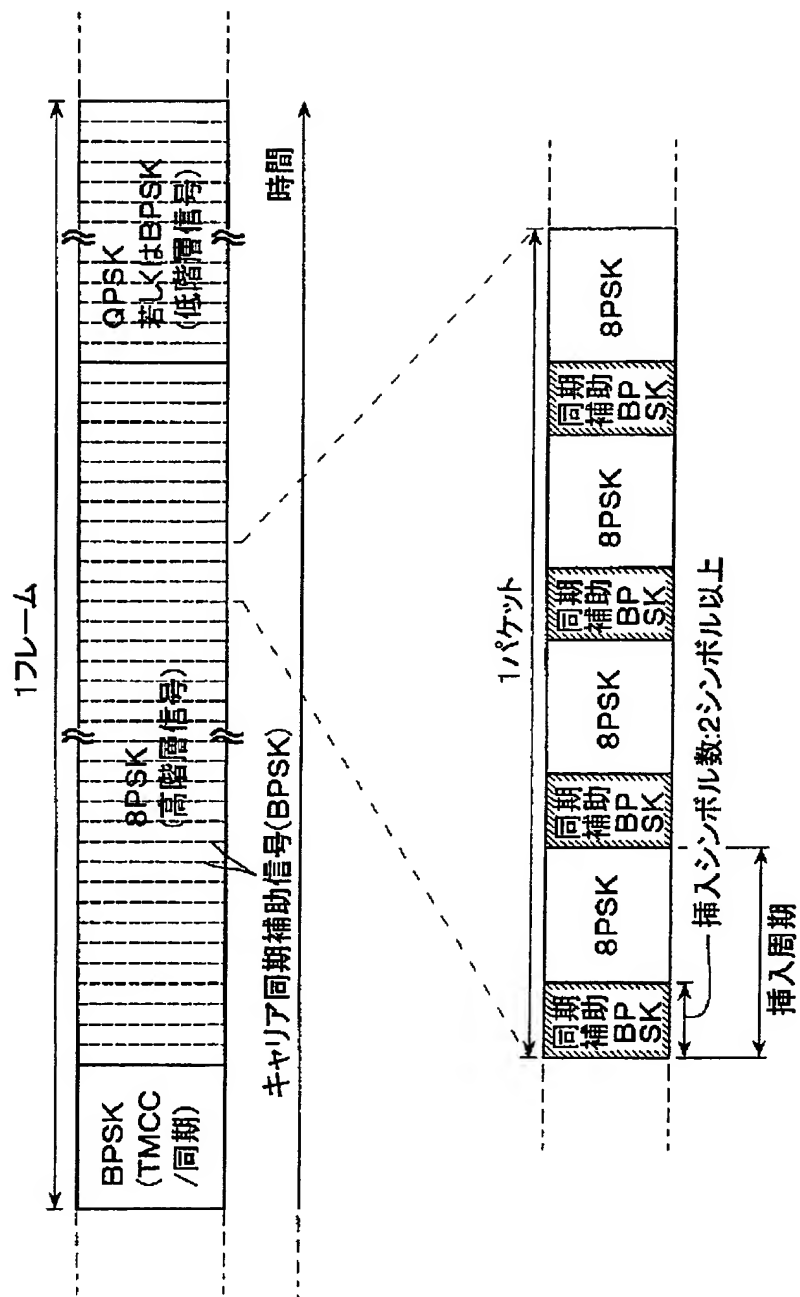


図 3

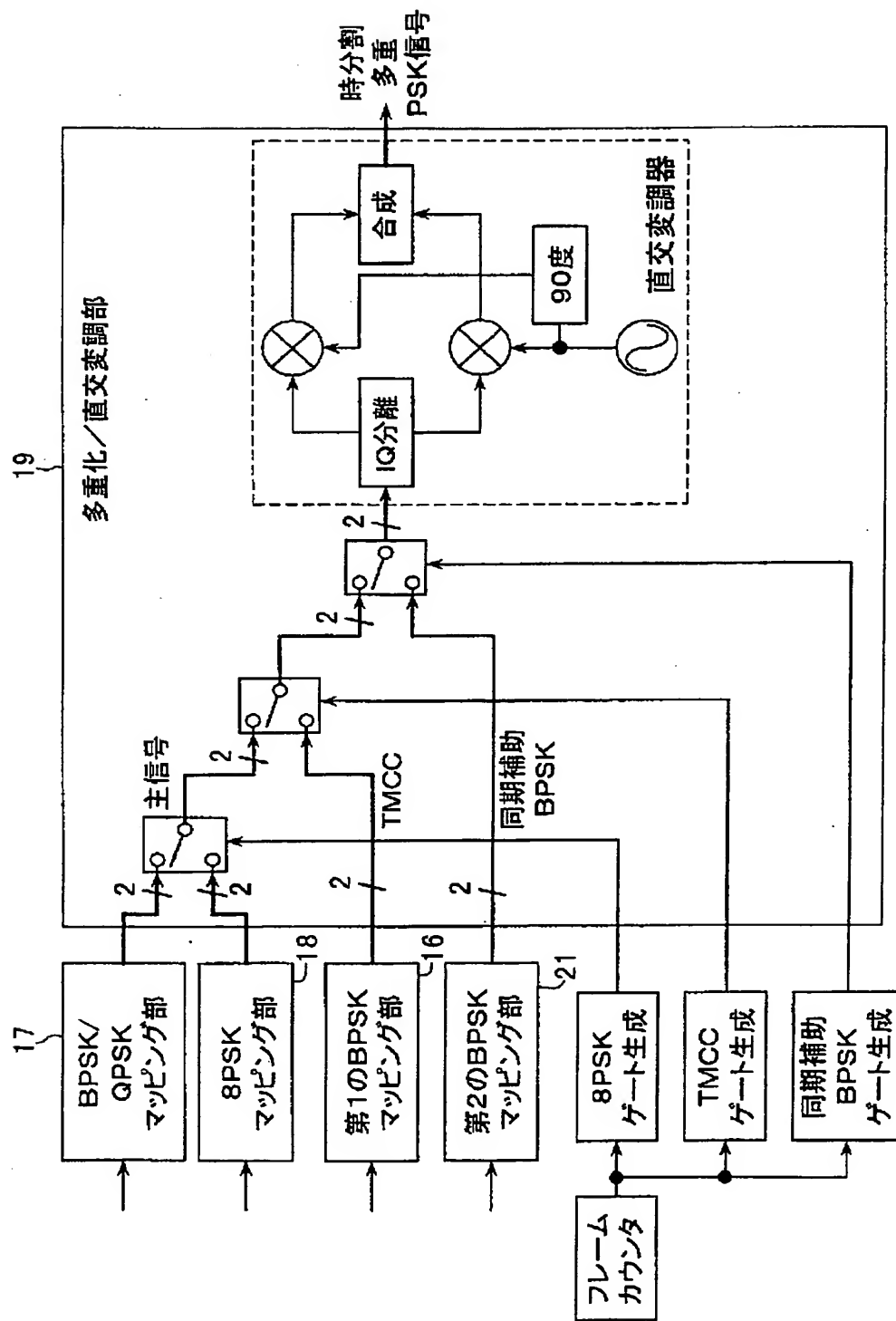


図 4

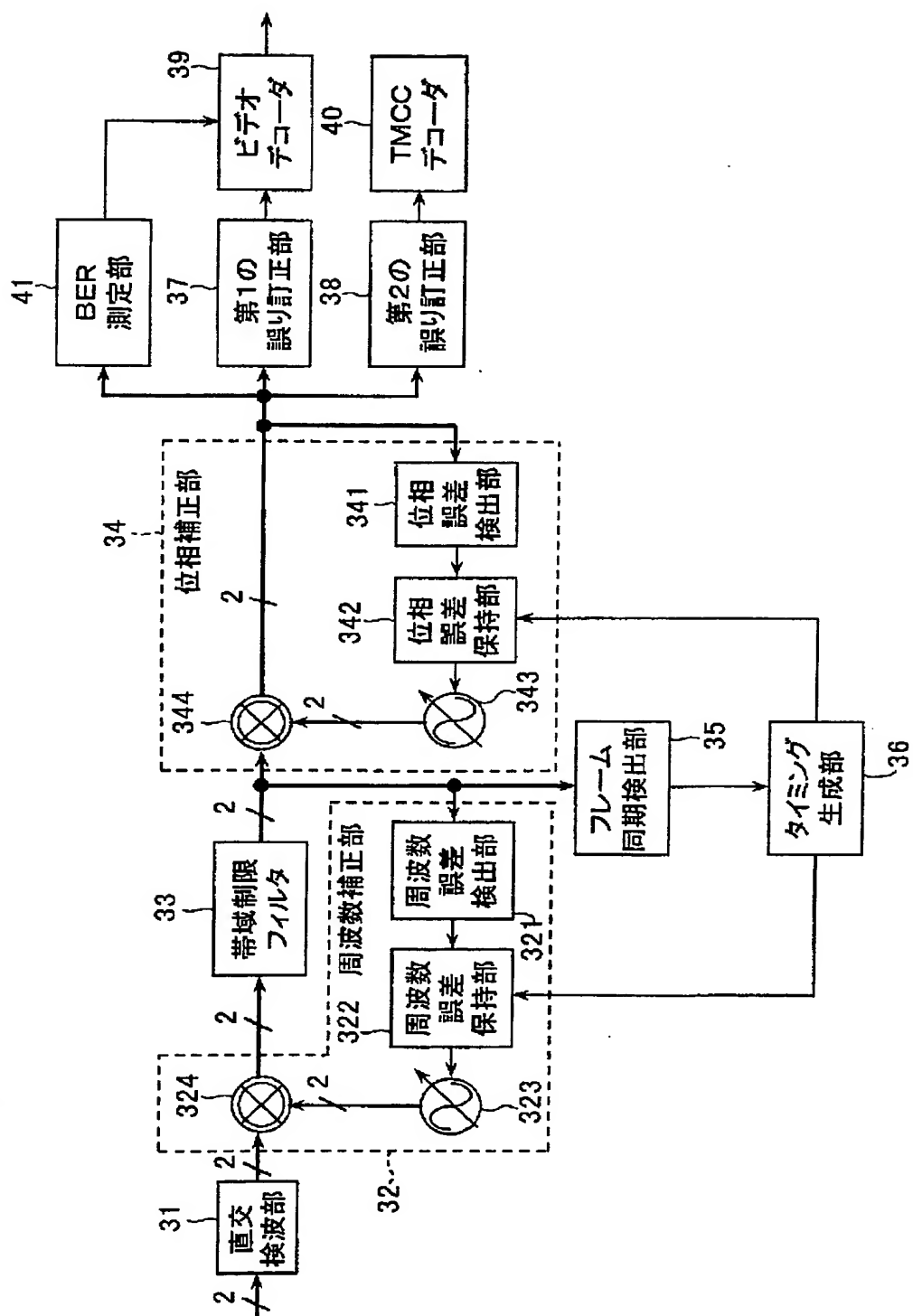
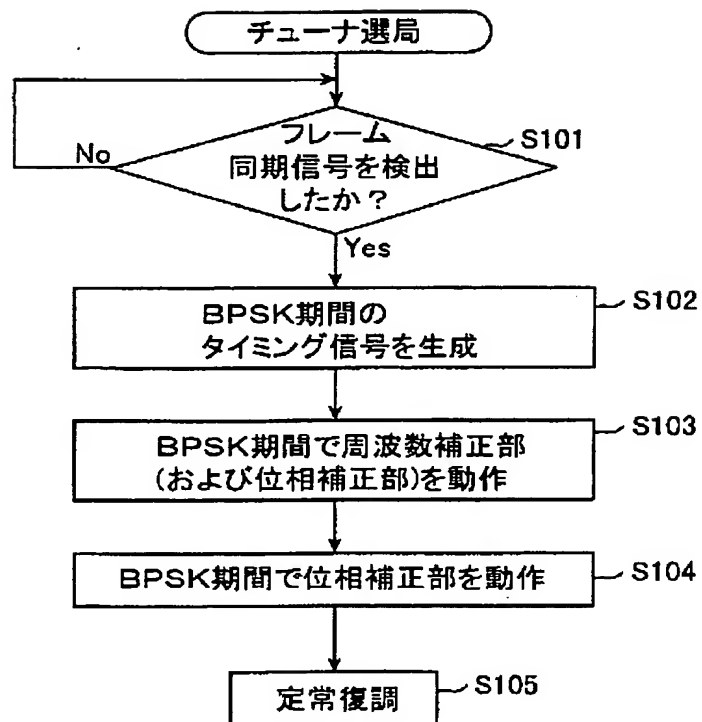


図 5



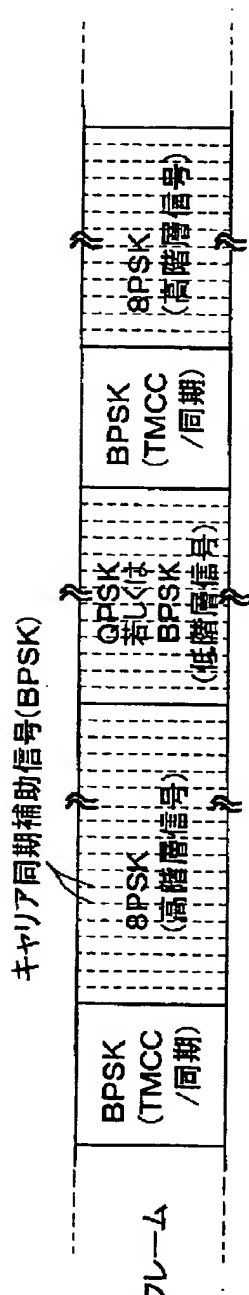


図 6 (a)



図 6 (b)

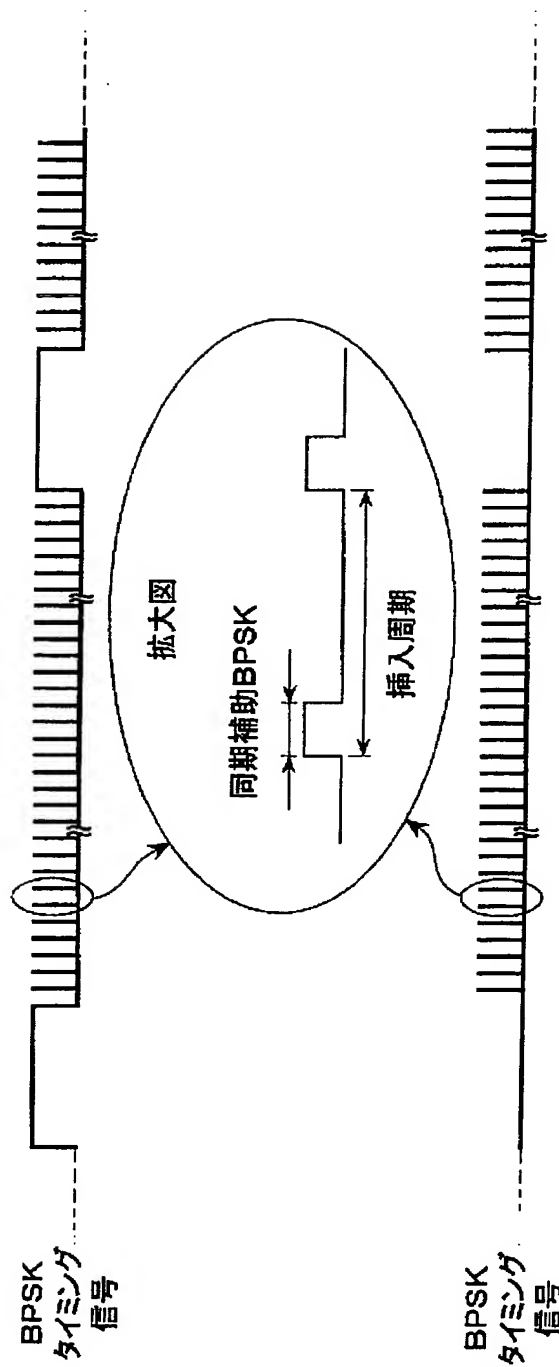


図 6 (c)



図 6 (d)

図 7

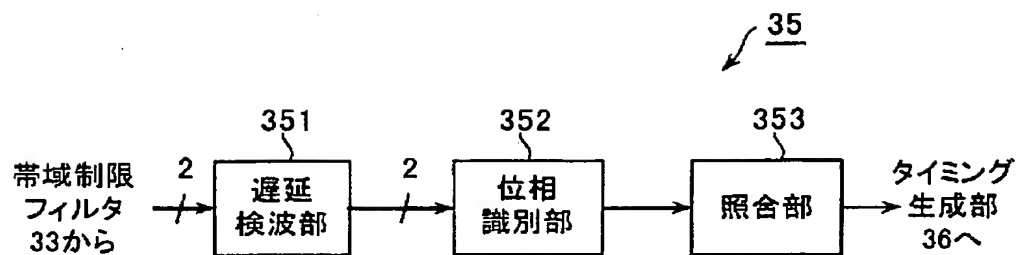


図 8

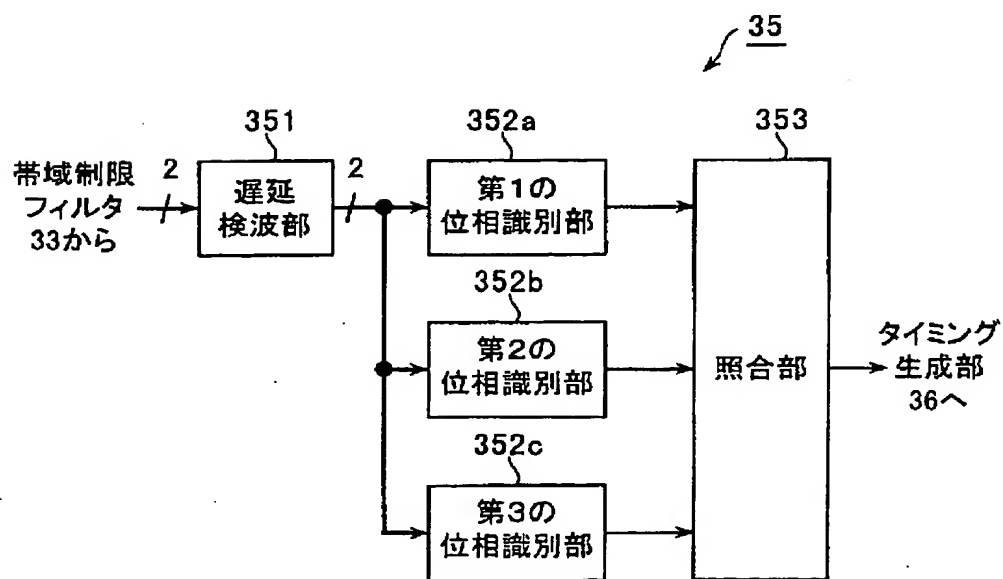


図 9

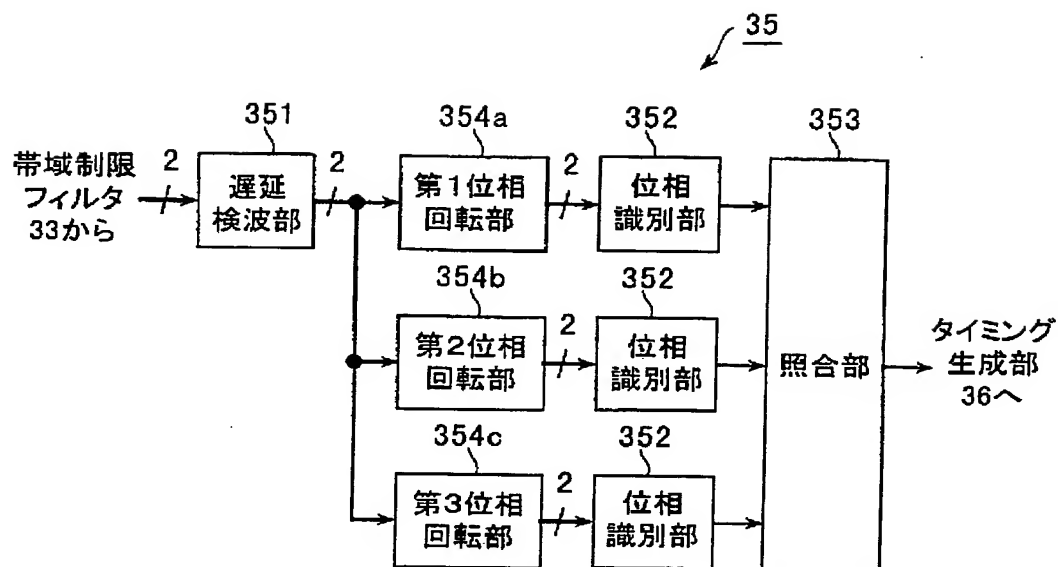


図 10

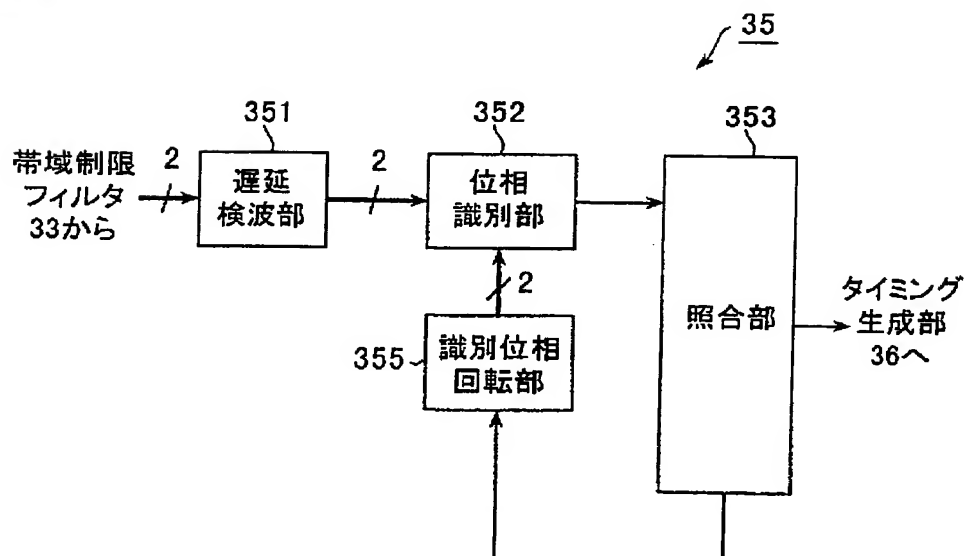


図 11

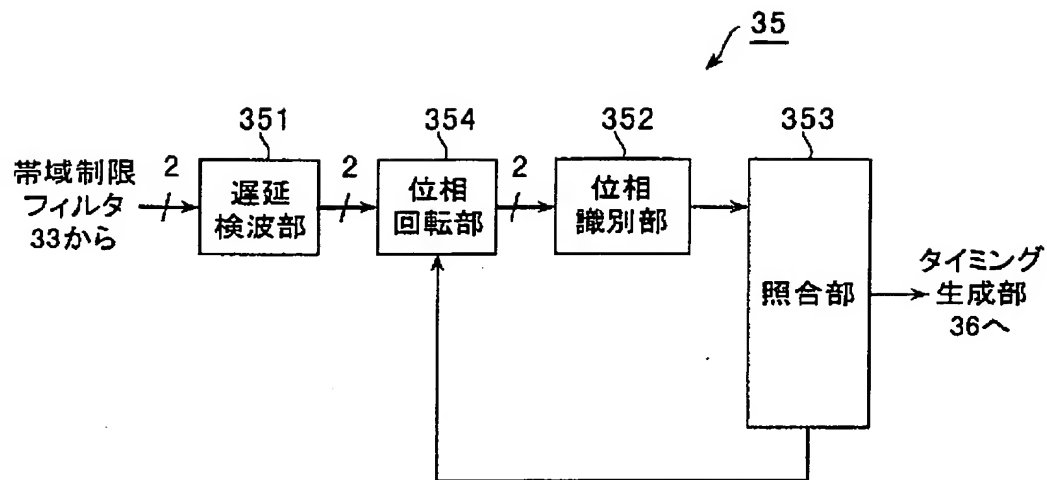


図 12

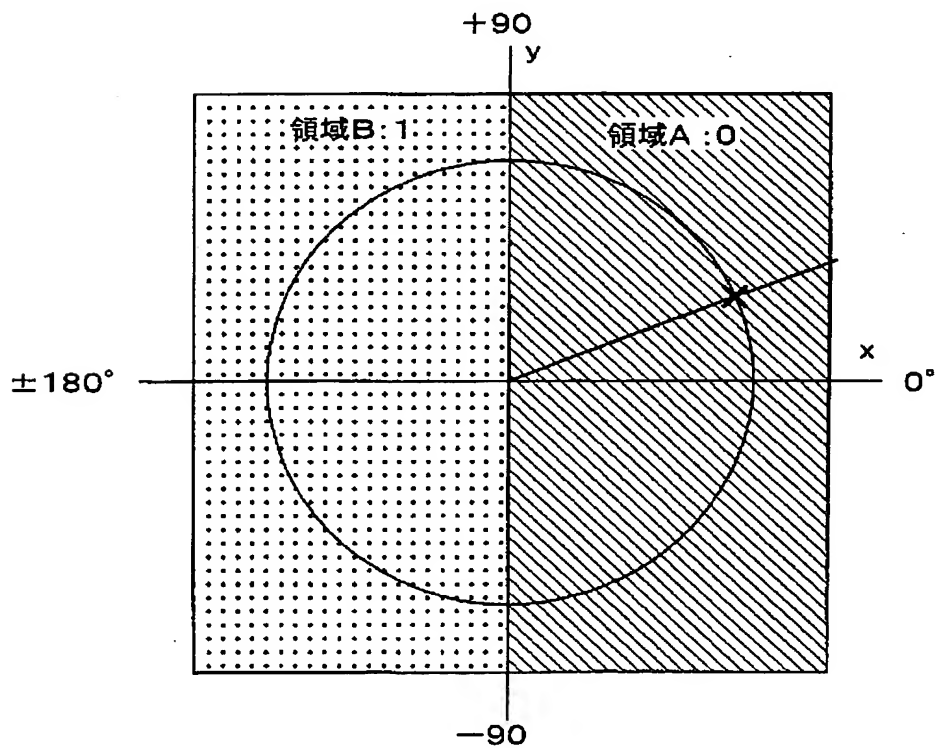


図 13 (a)

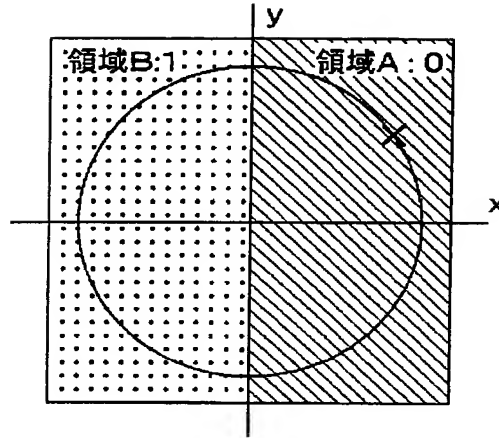


図 13 (b)

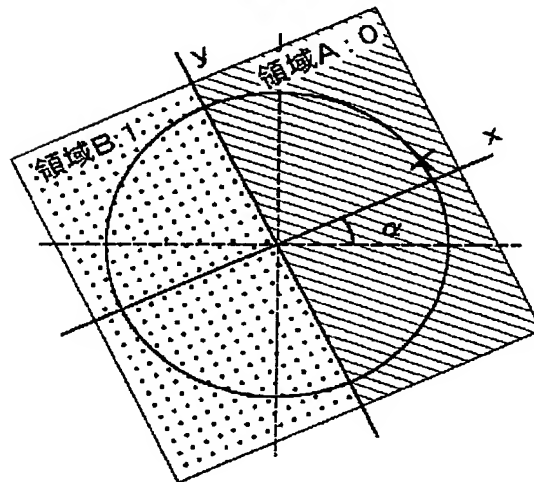


図 13 (c)

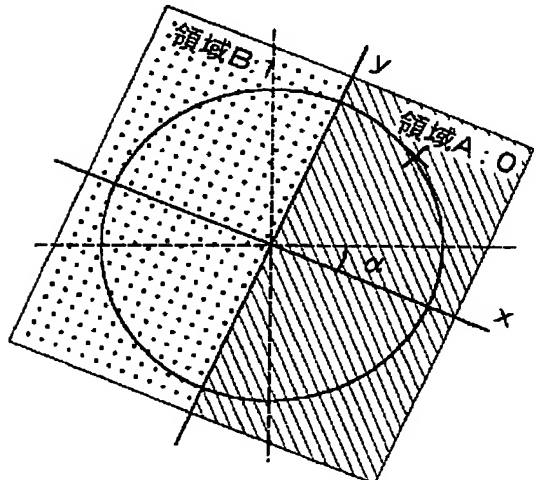


図 14

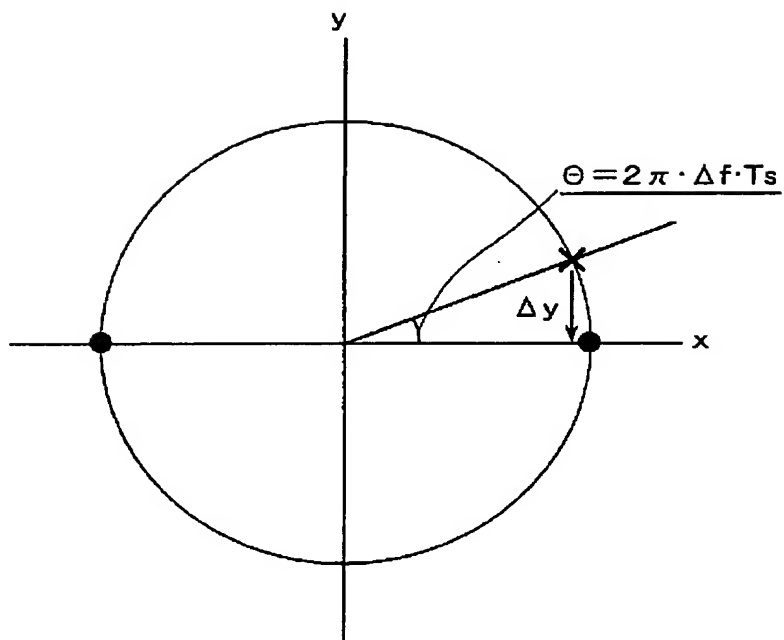


図 15

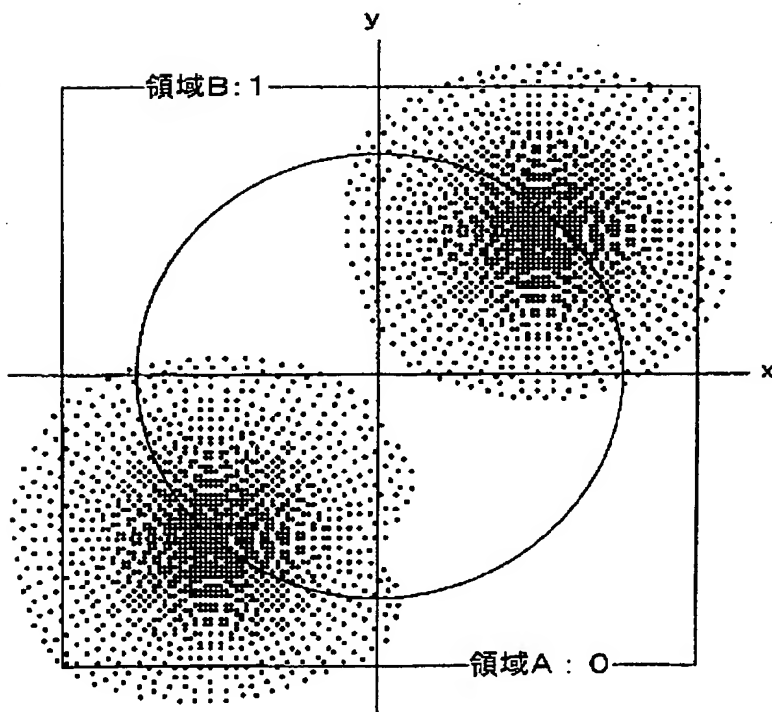


図 16

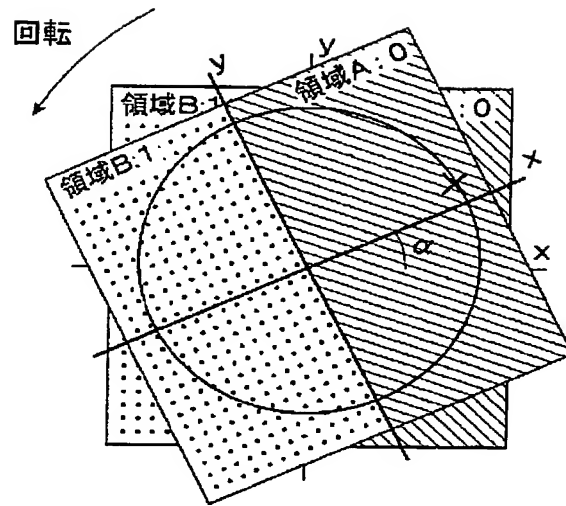


図 17

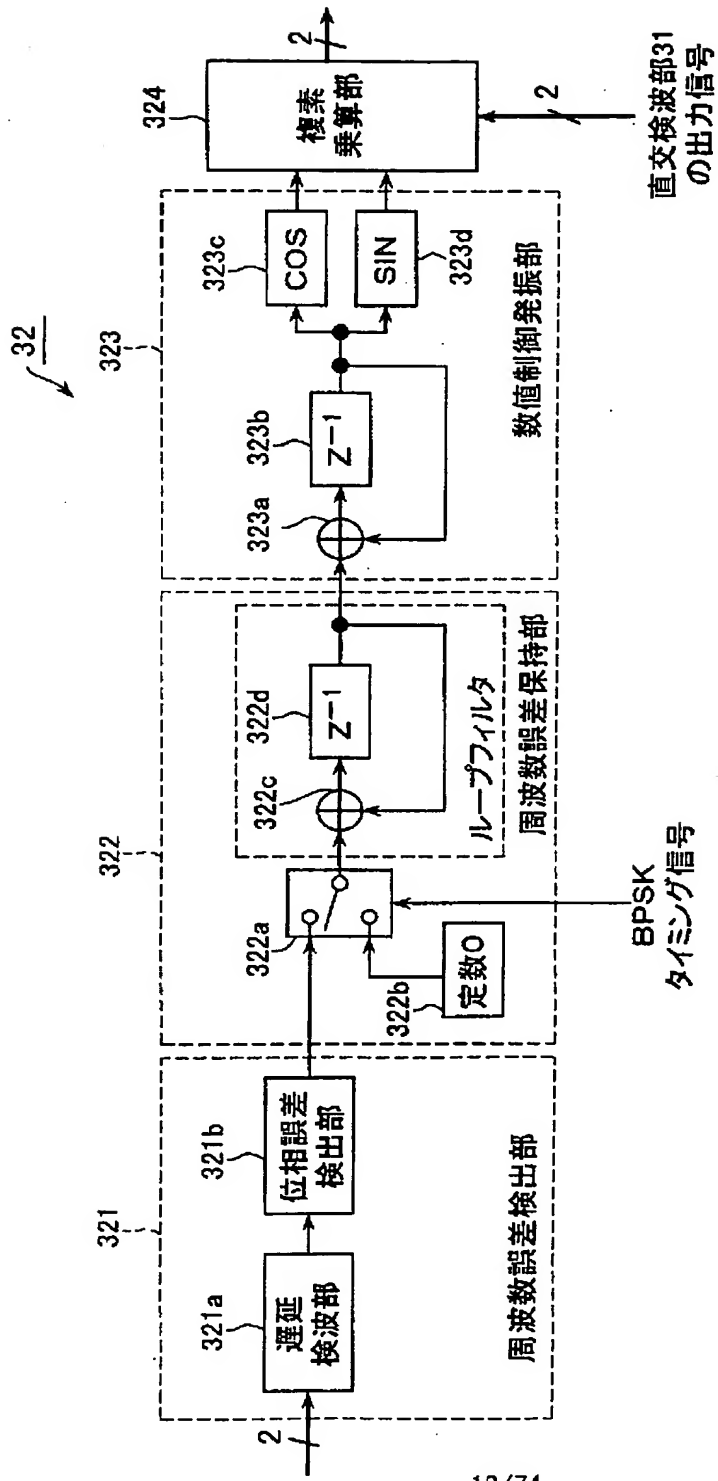


図 18

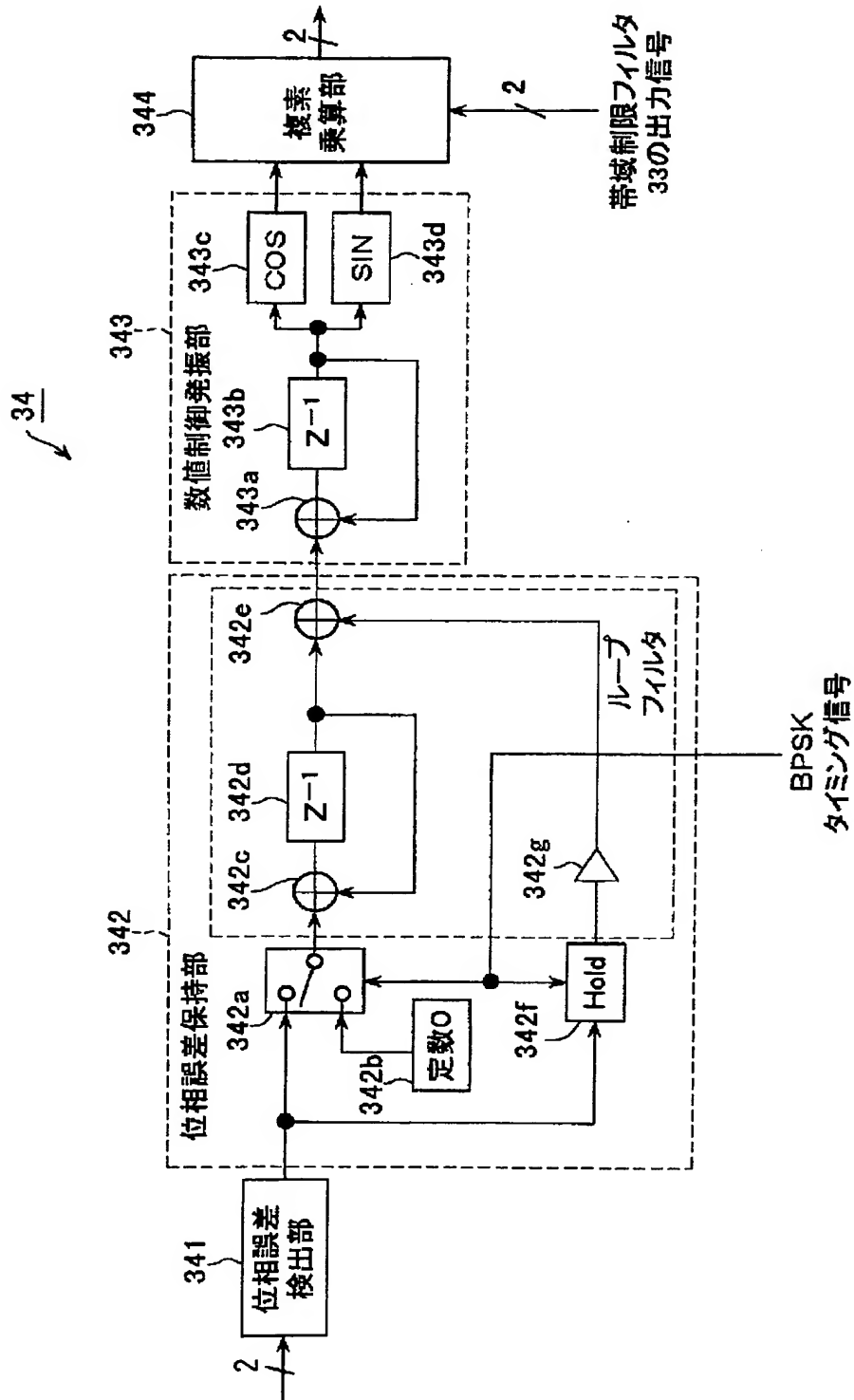


図 19

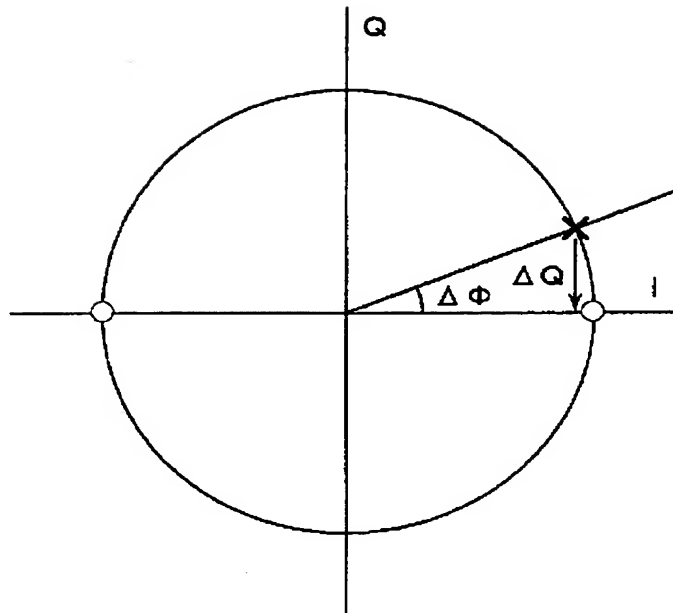


図 20

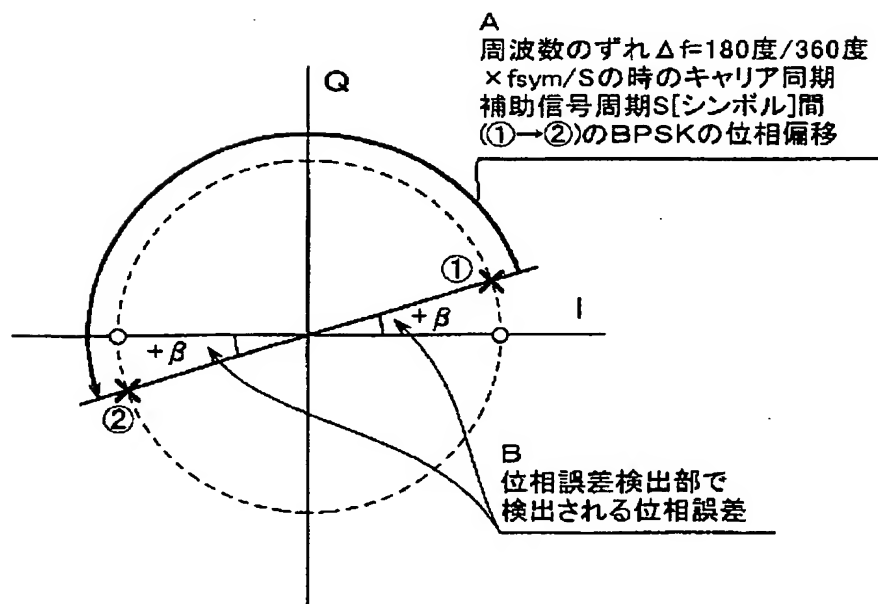
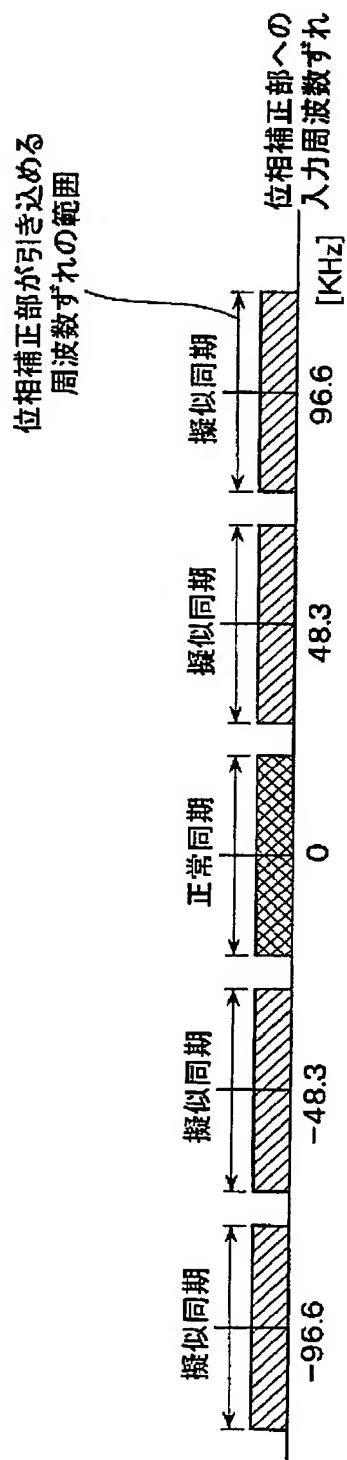


図 21



22

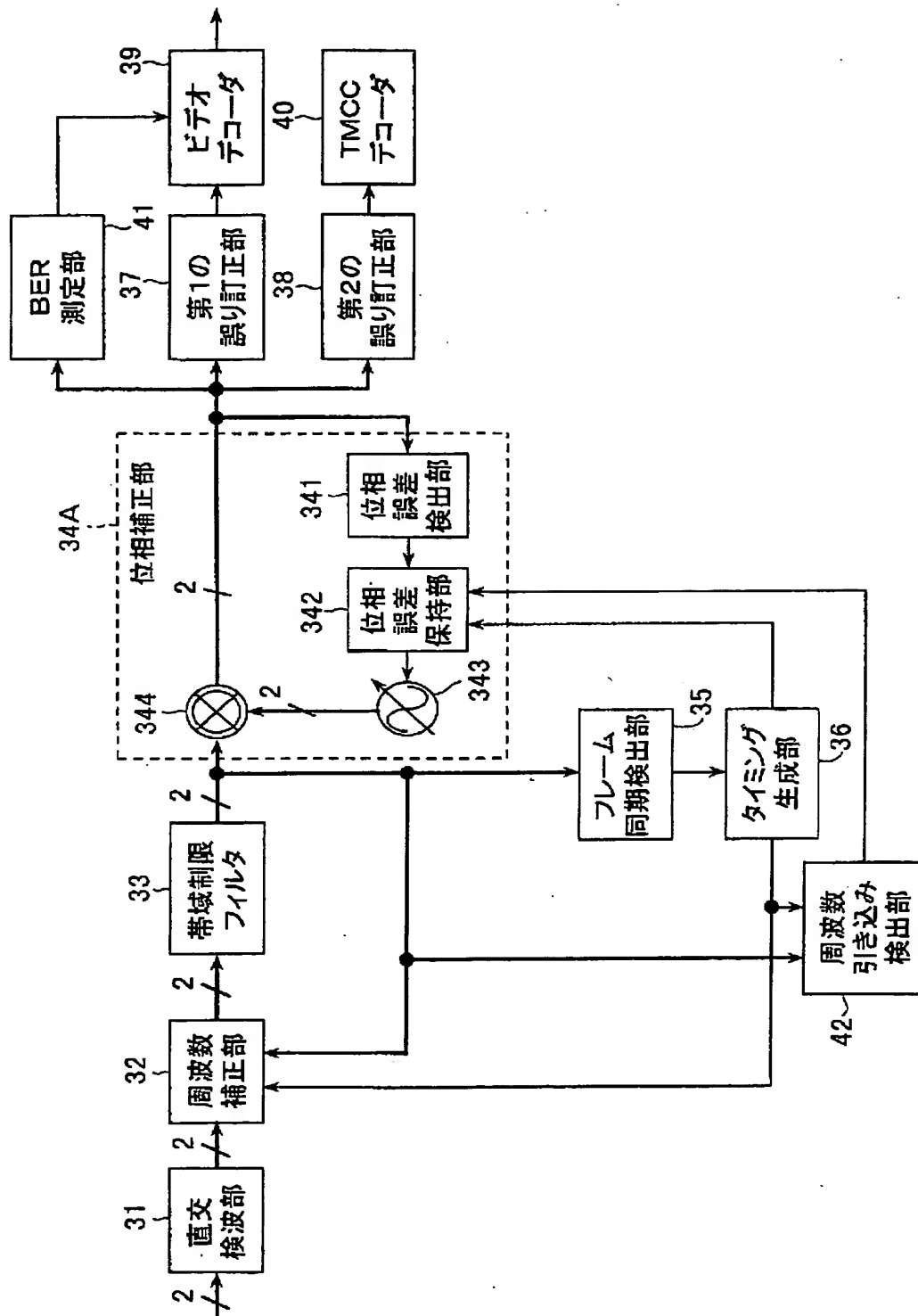


図 23

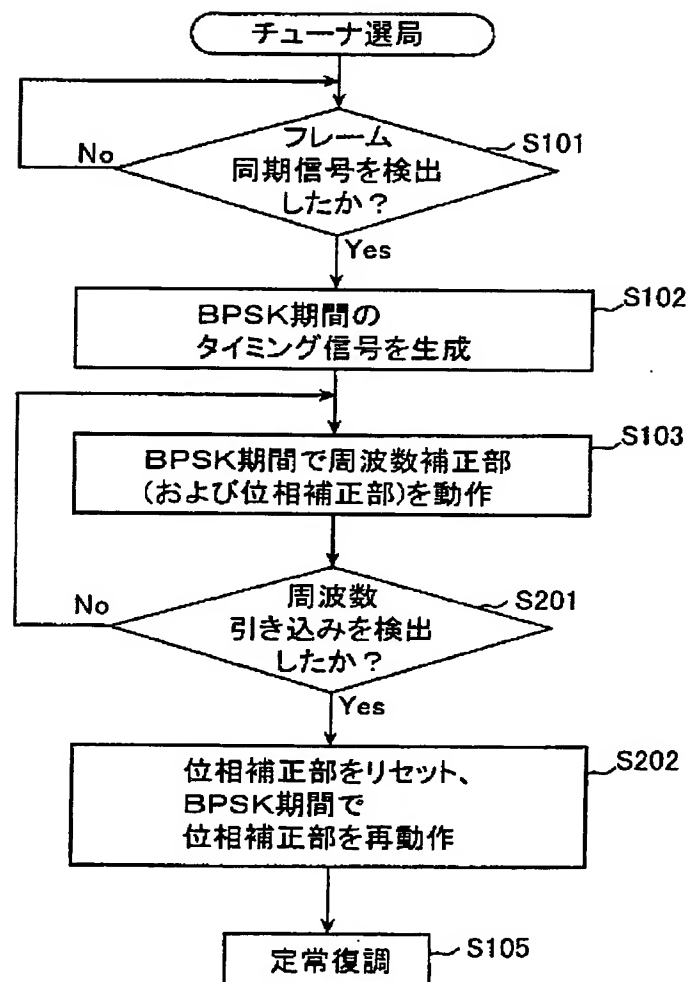


図 24

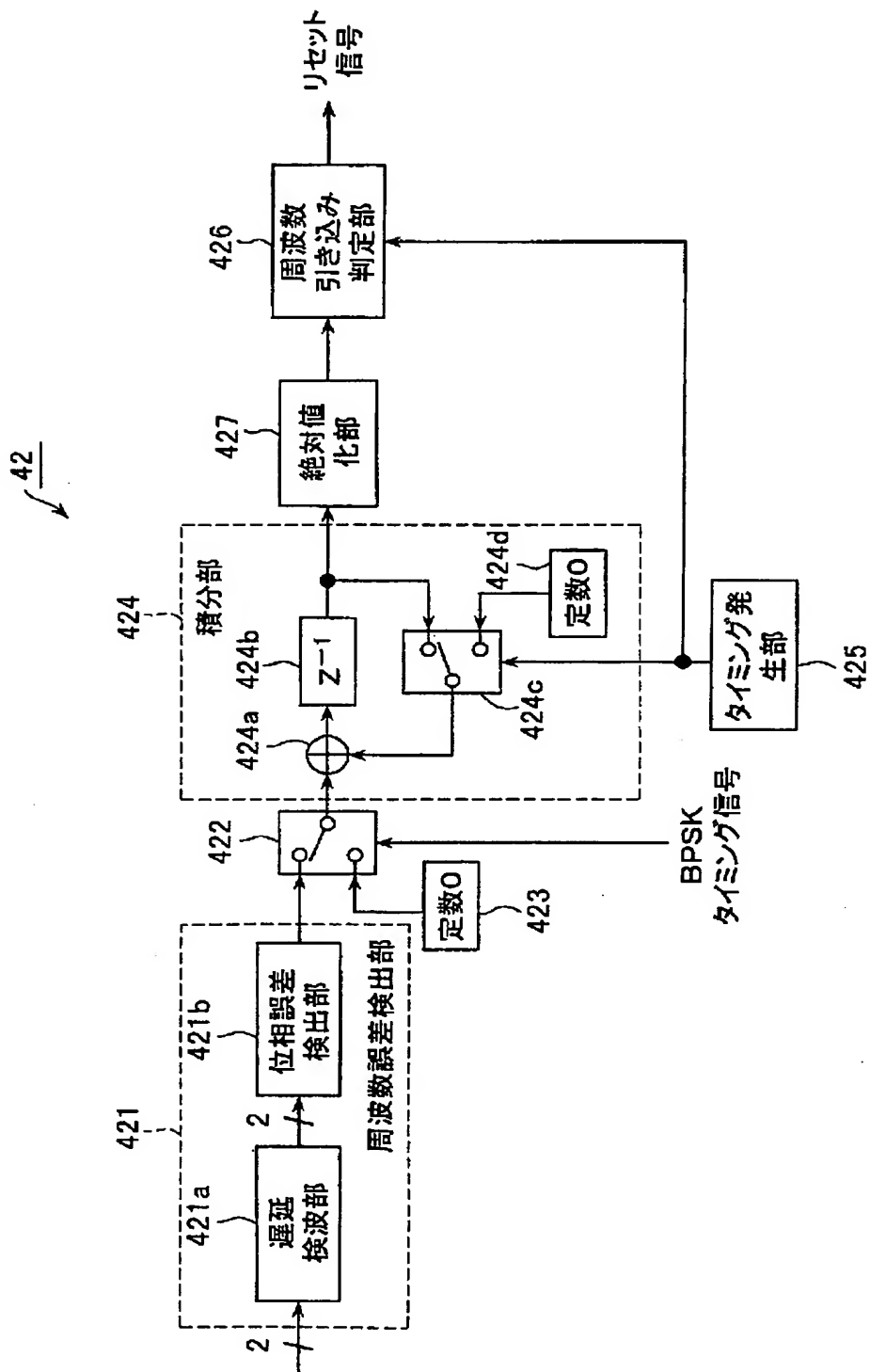


図 25

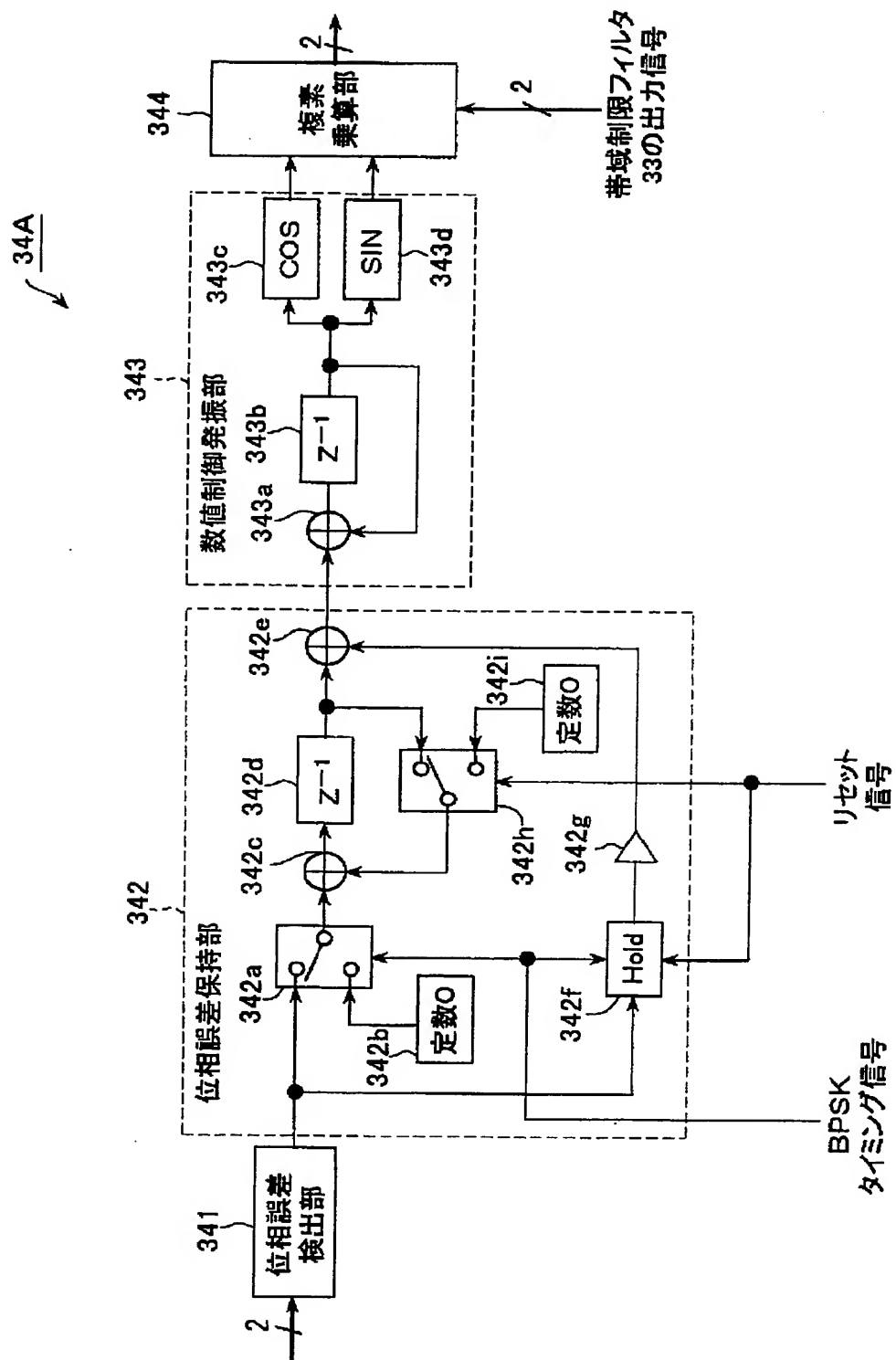


図 26

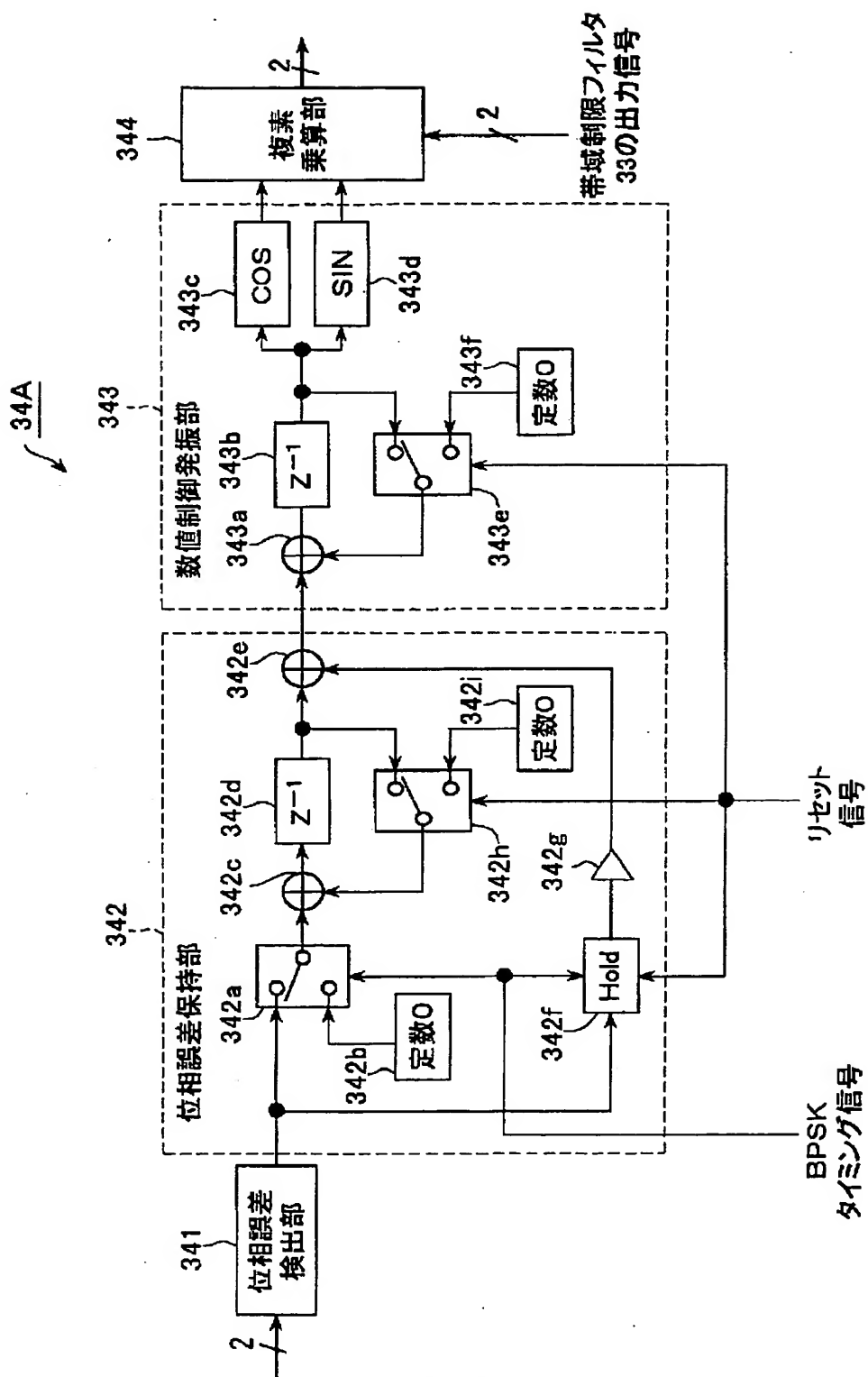


図 27

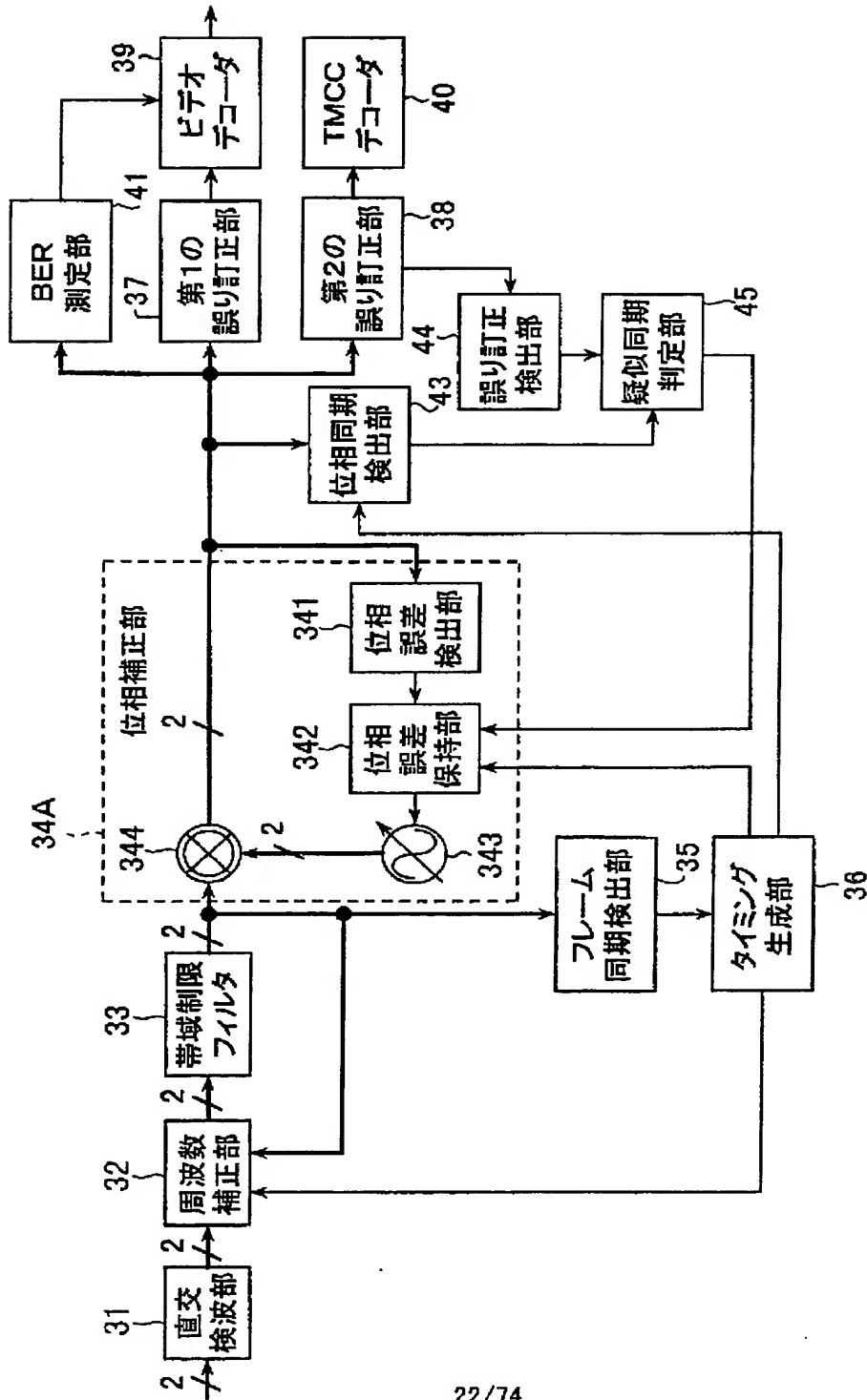


図 28

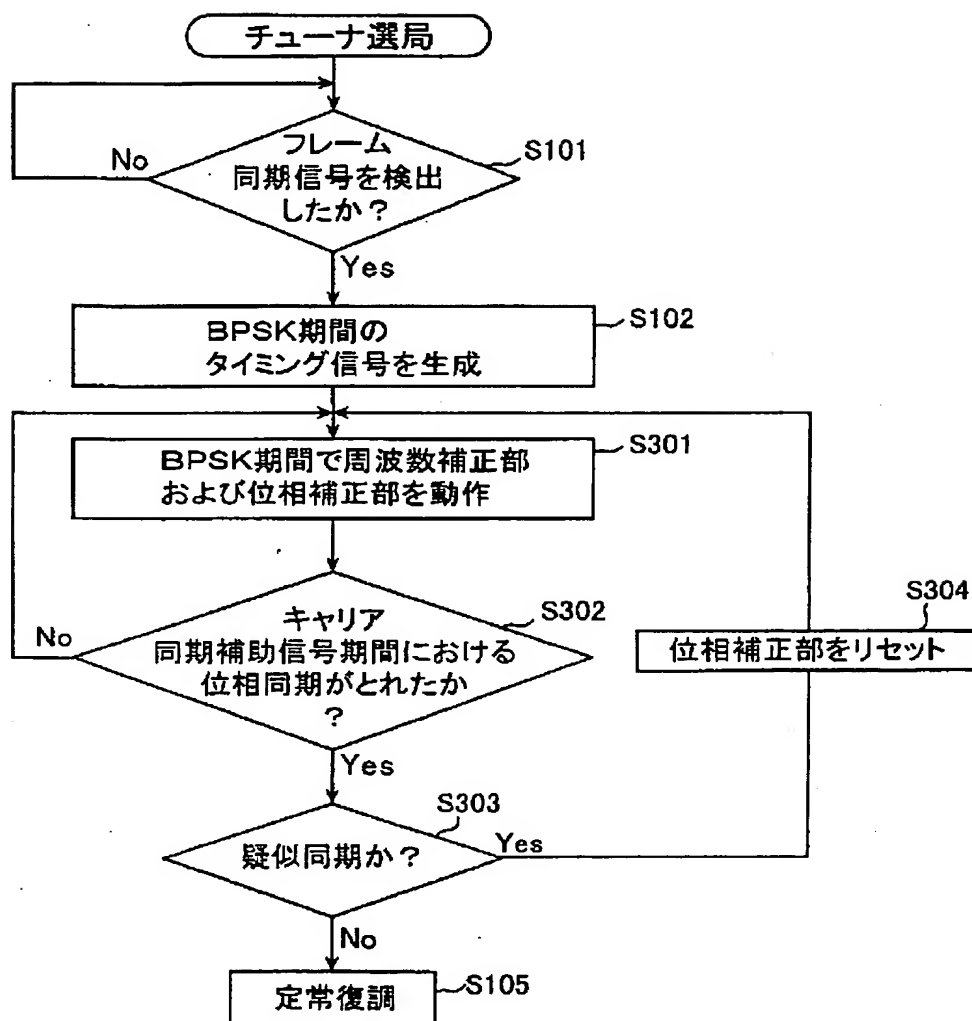


図 29

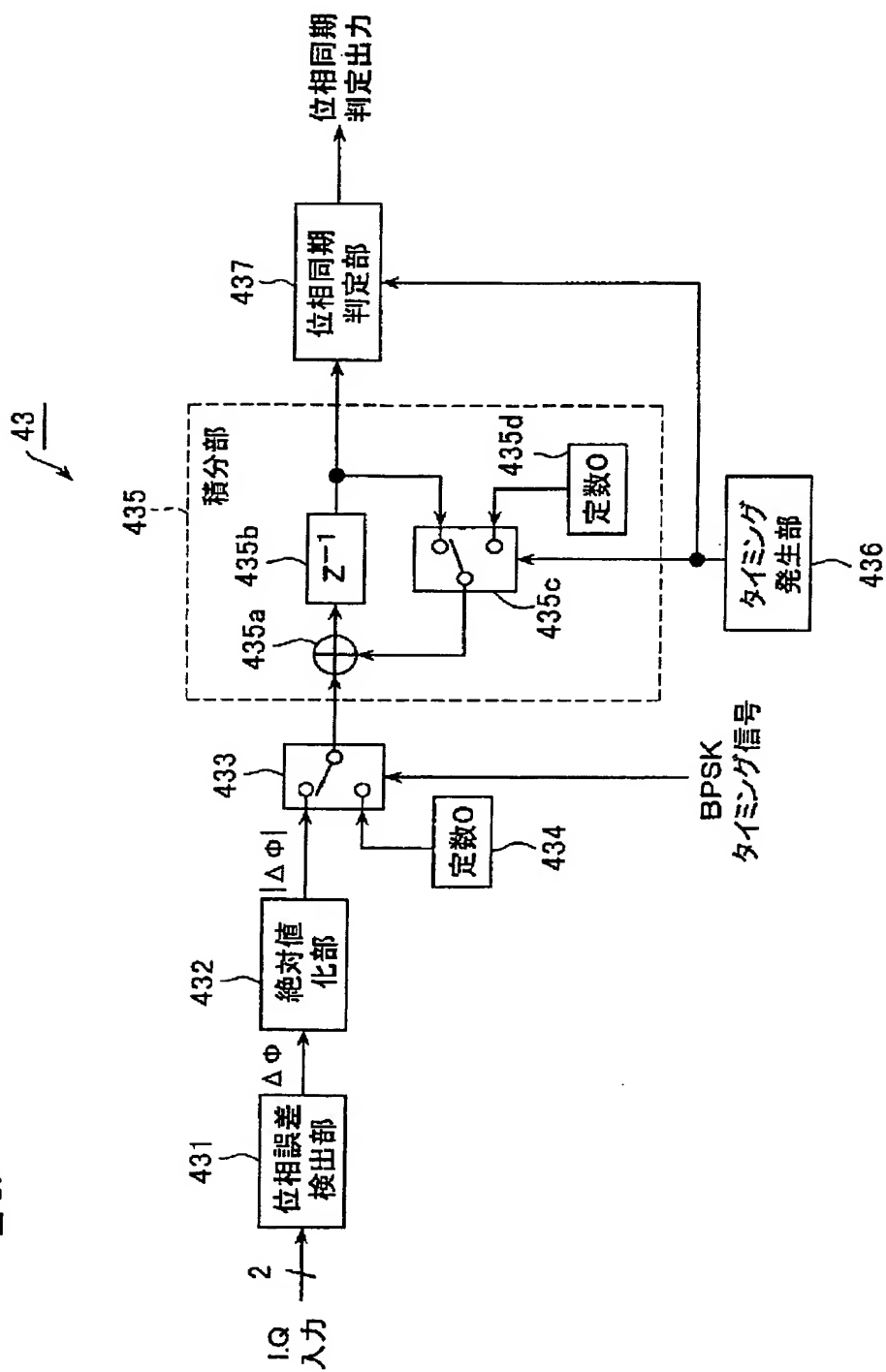


図 30

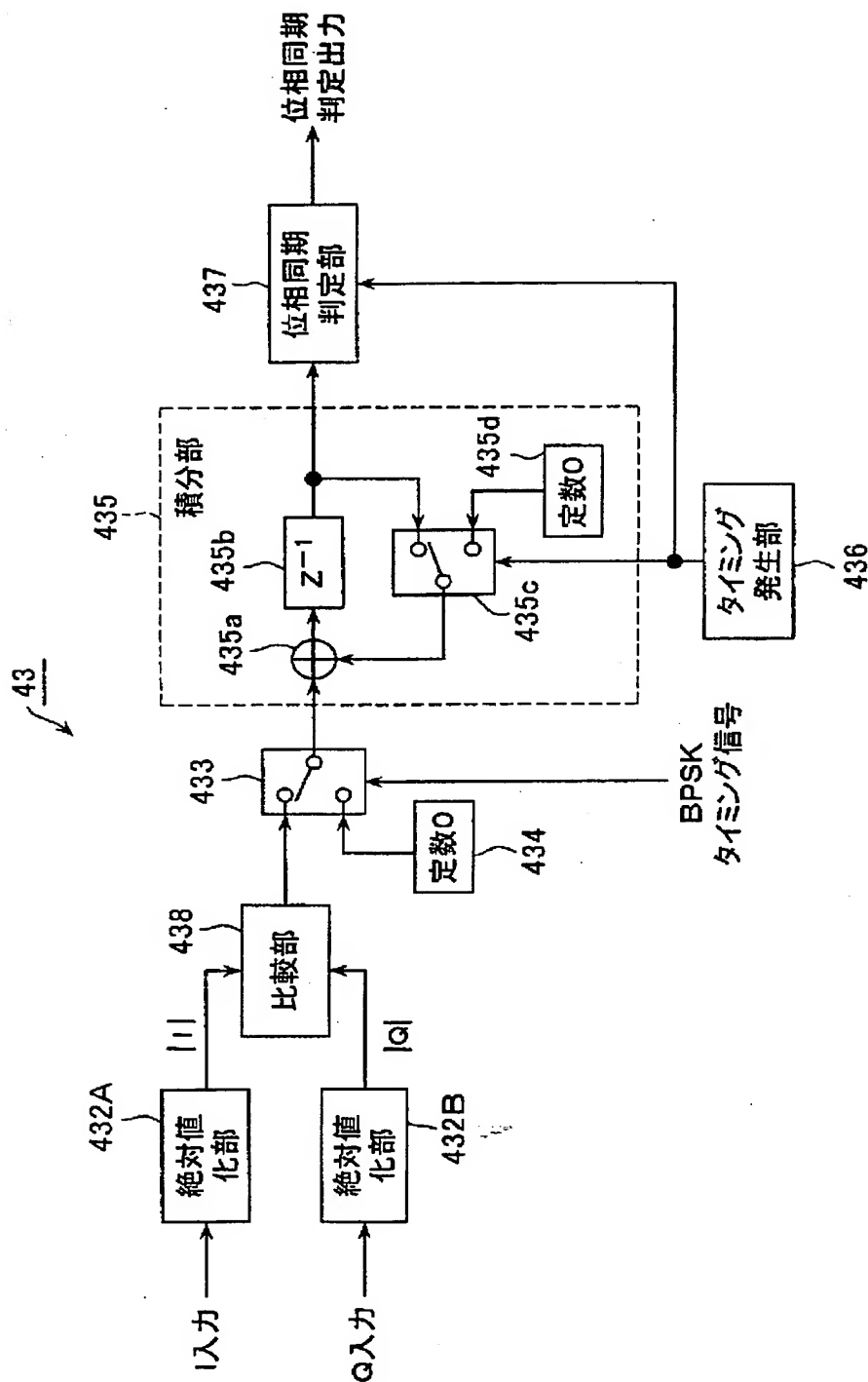


図 31 (a)

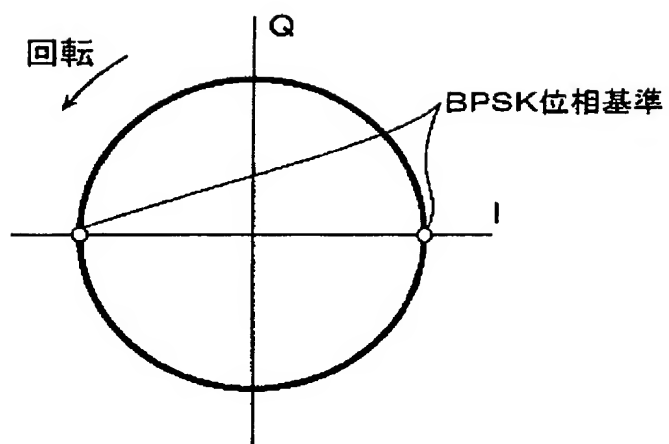


図 31 (b)

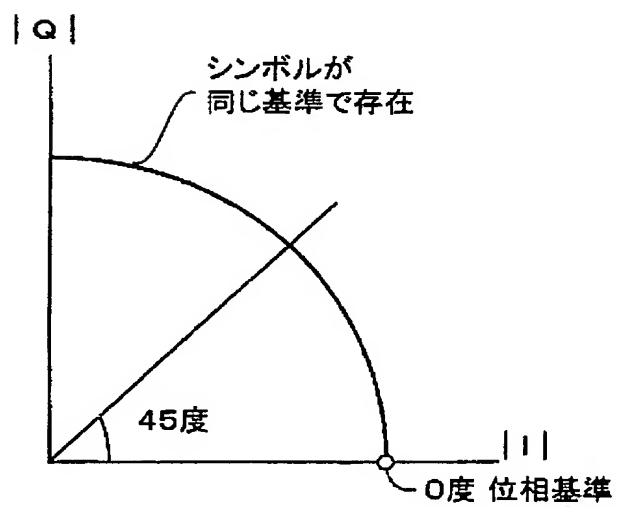


図 32 (a)

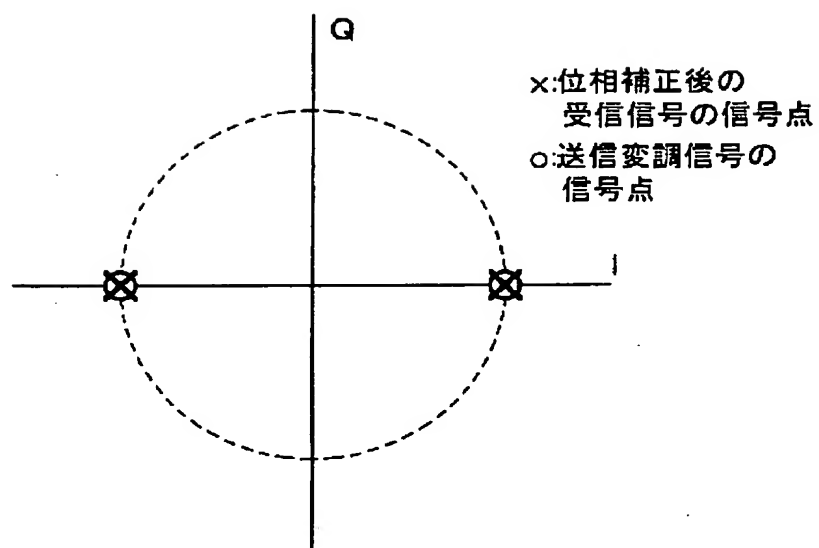


図 32 (b)

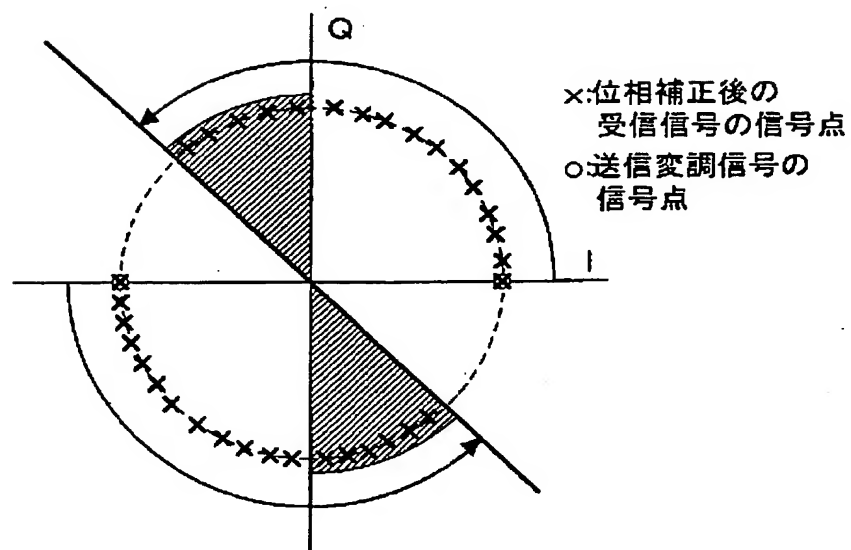


図 33

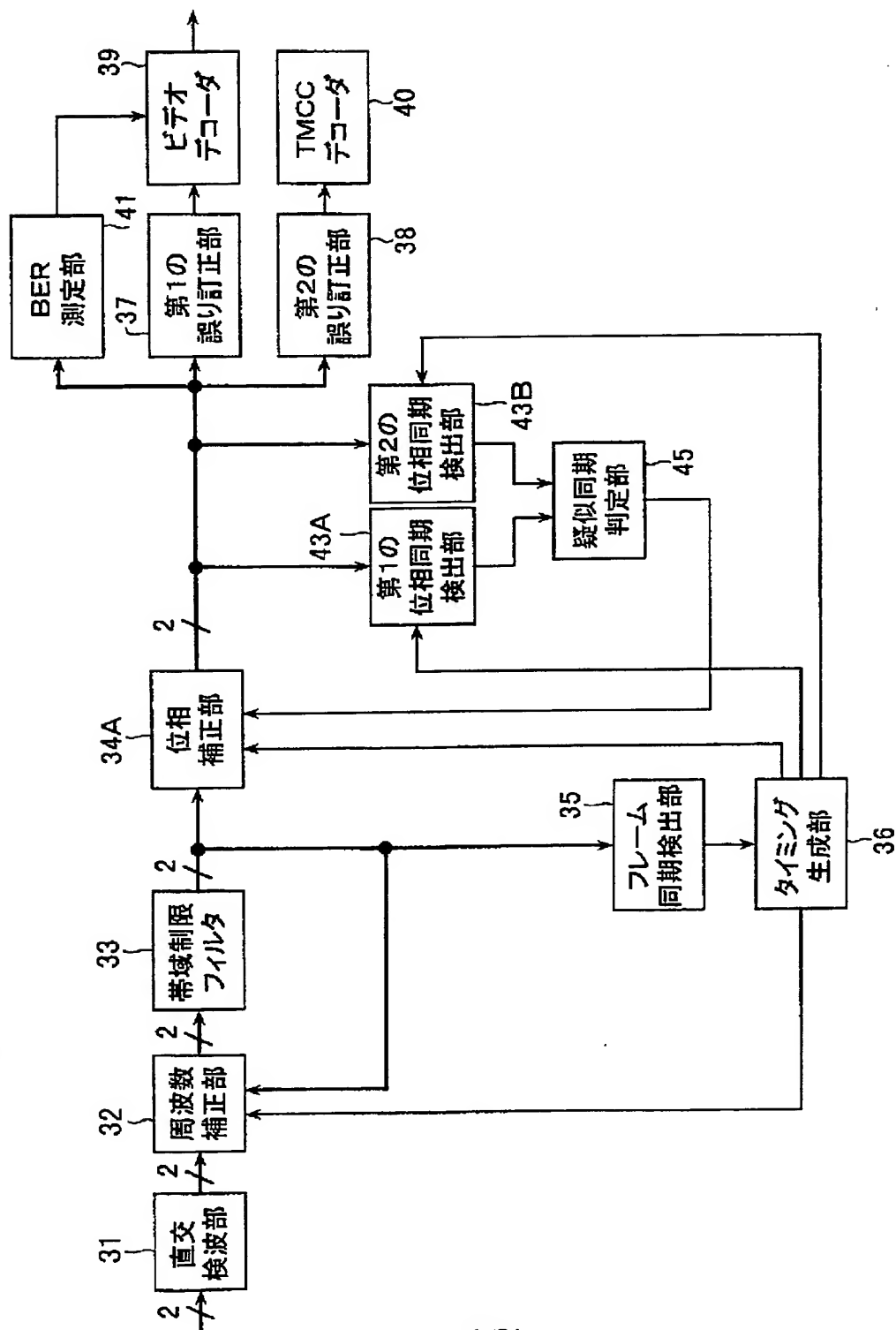
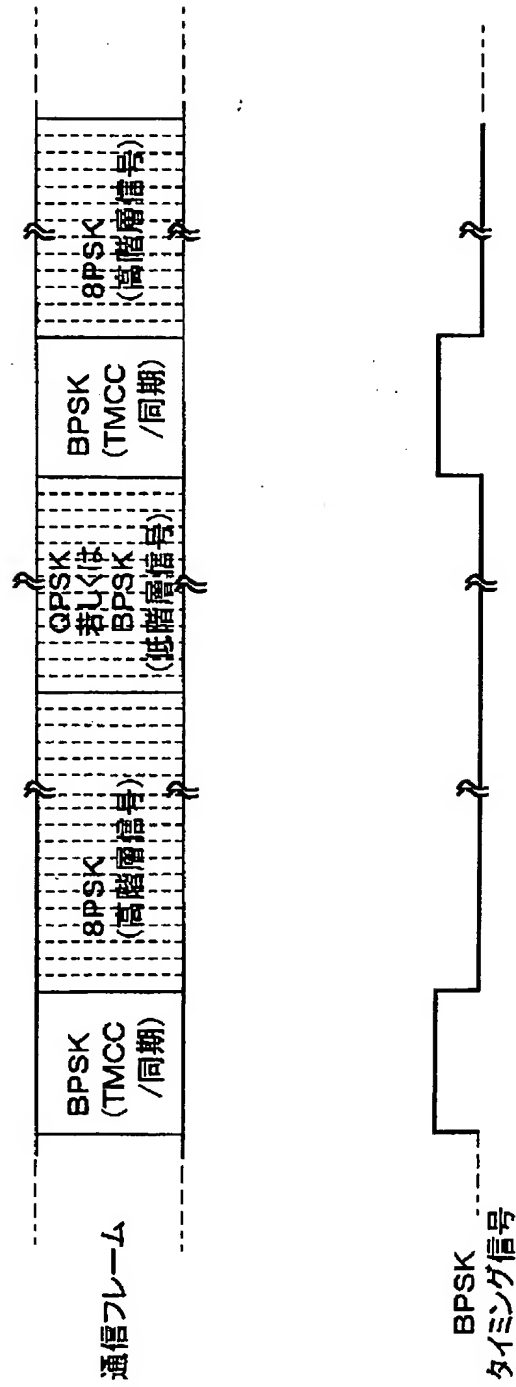
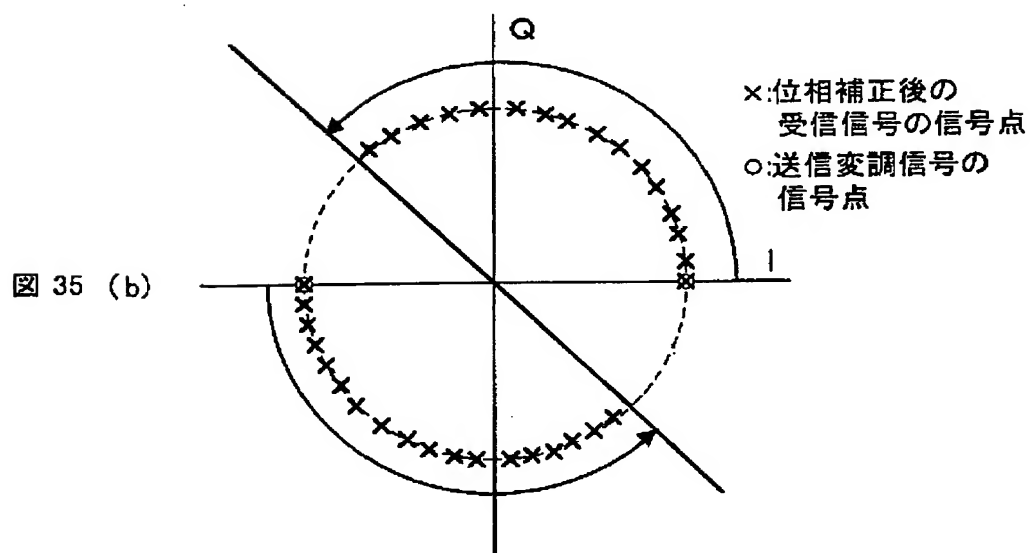
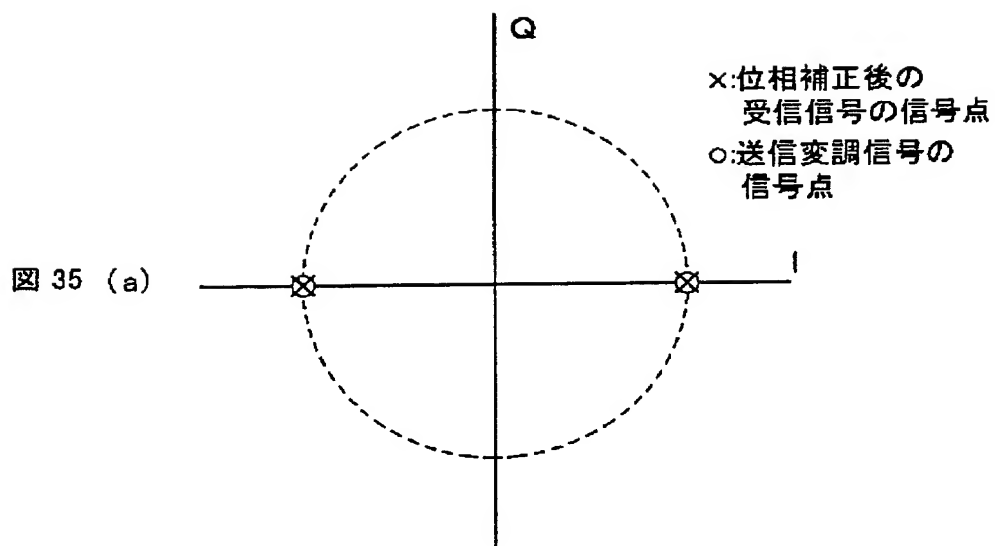


図 34





36

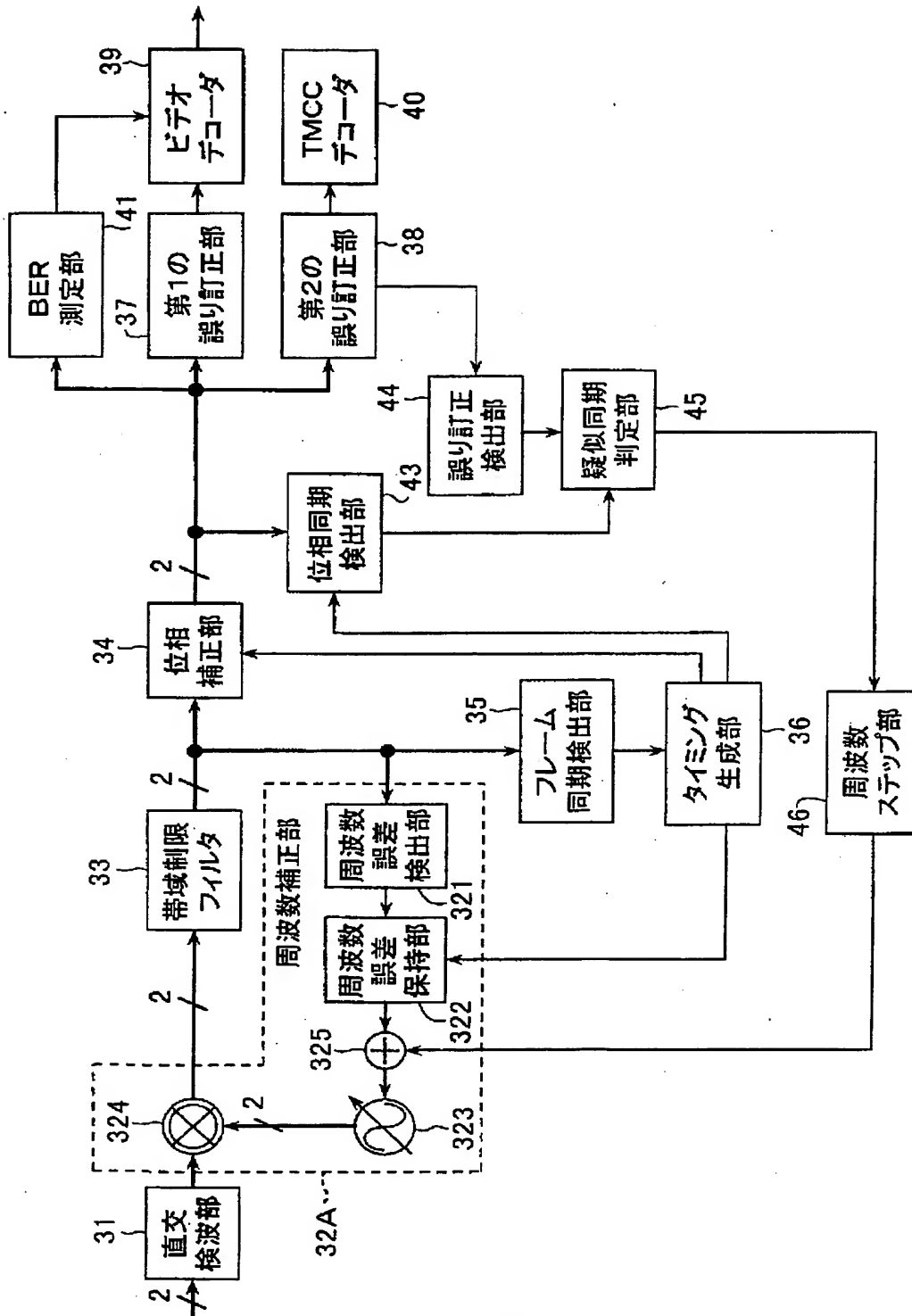


図 37

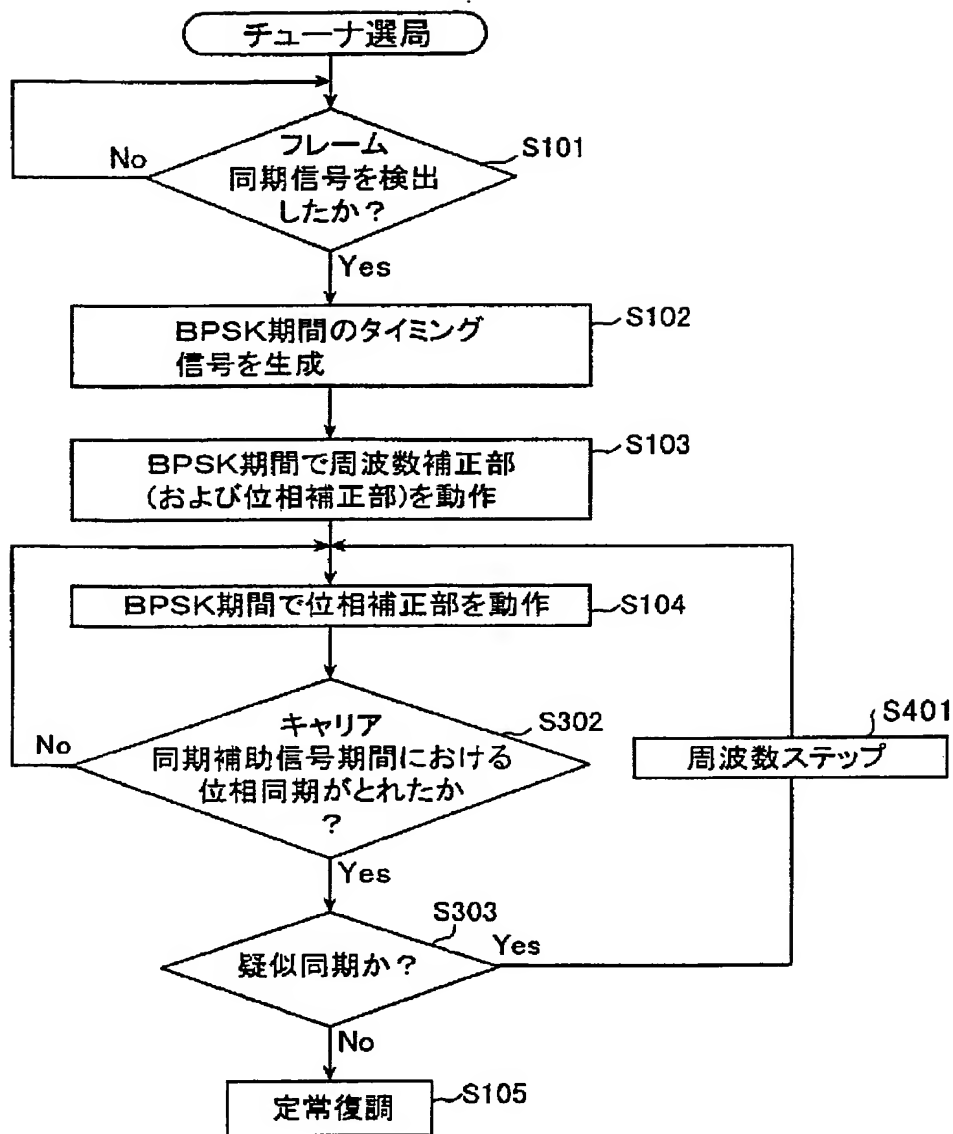


図 38

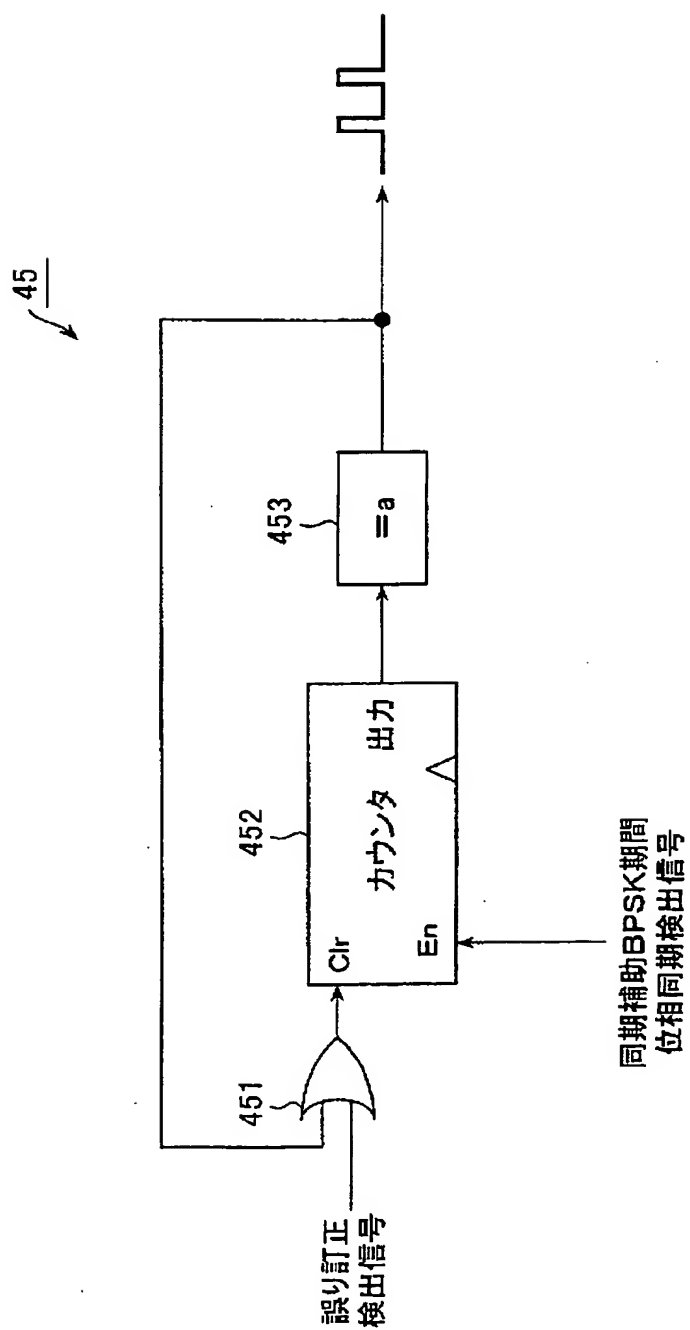


図 39

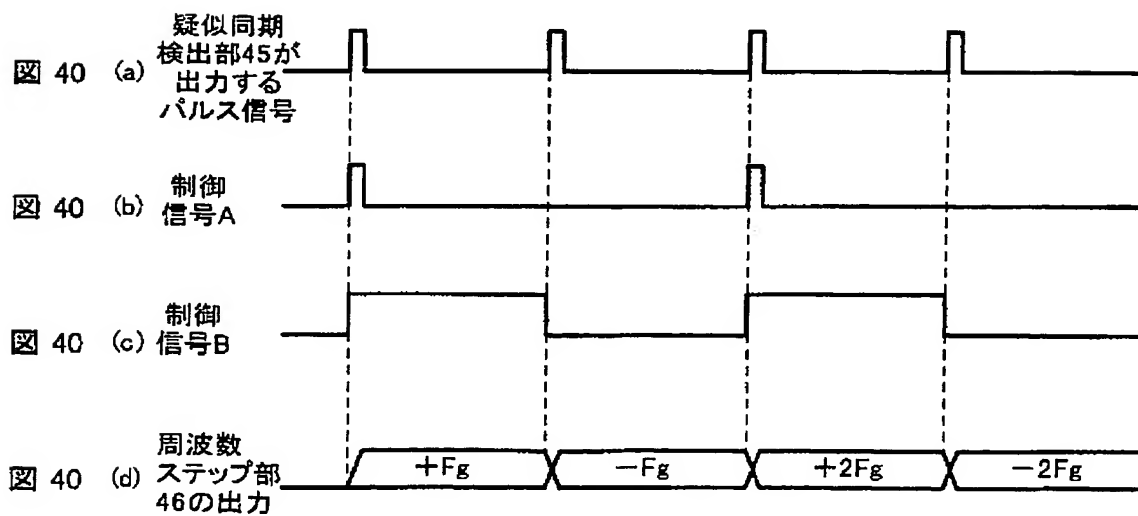
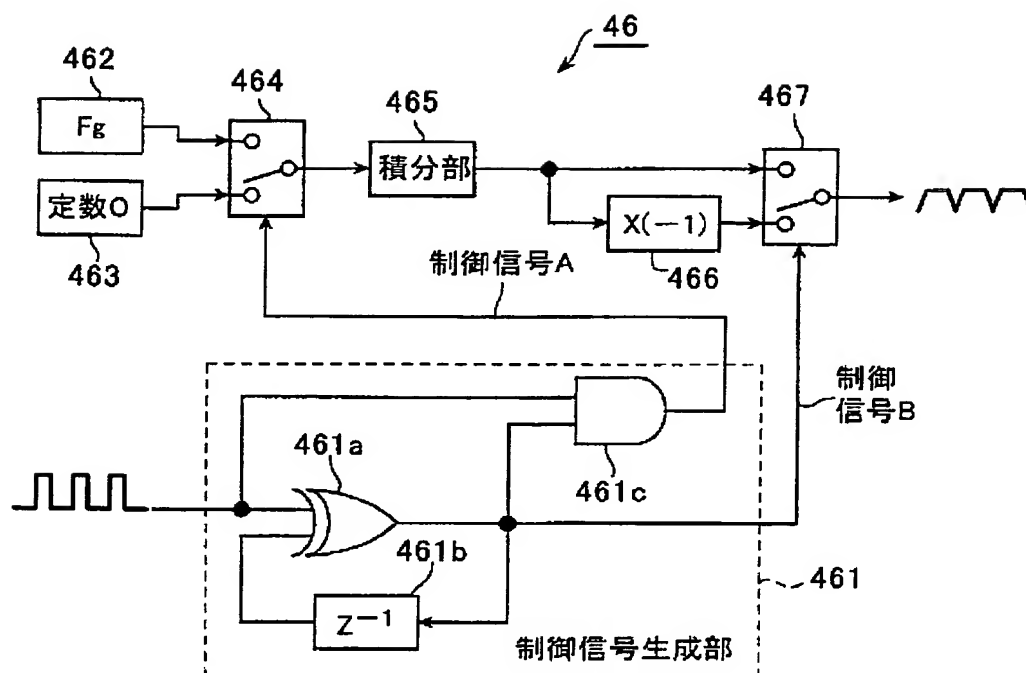


図 41

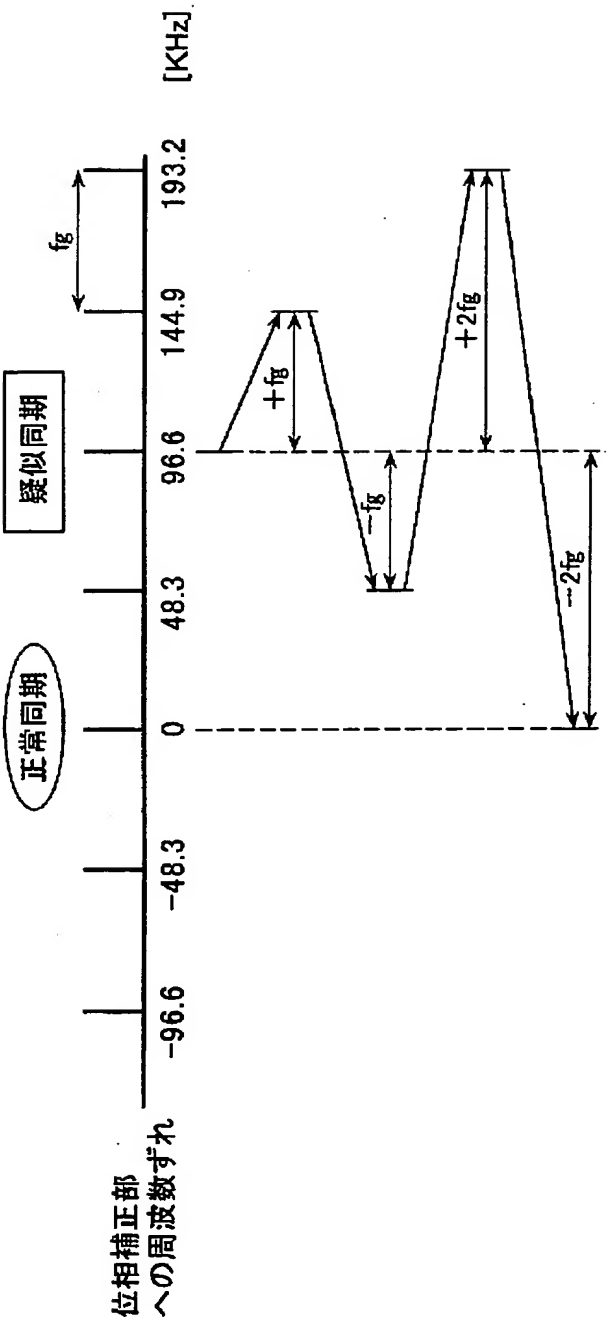


図 42

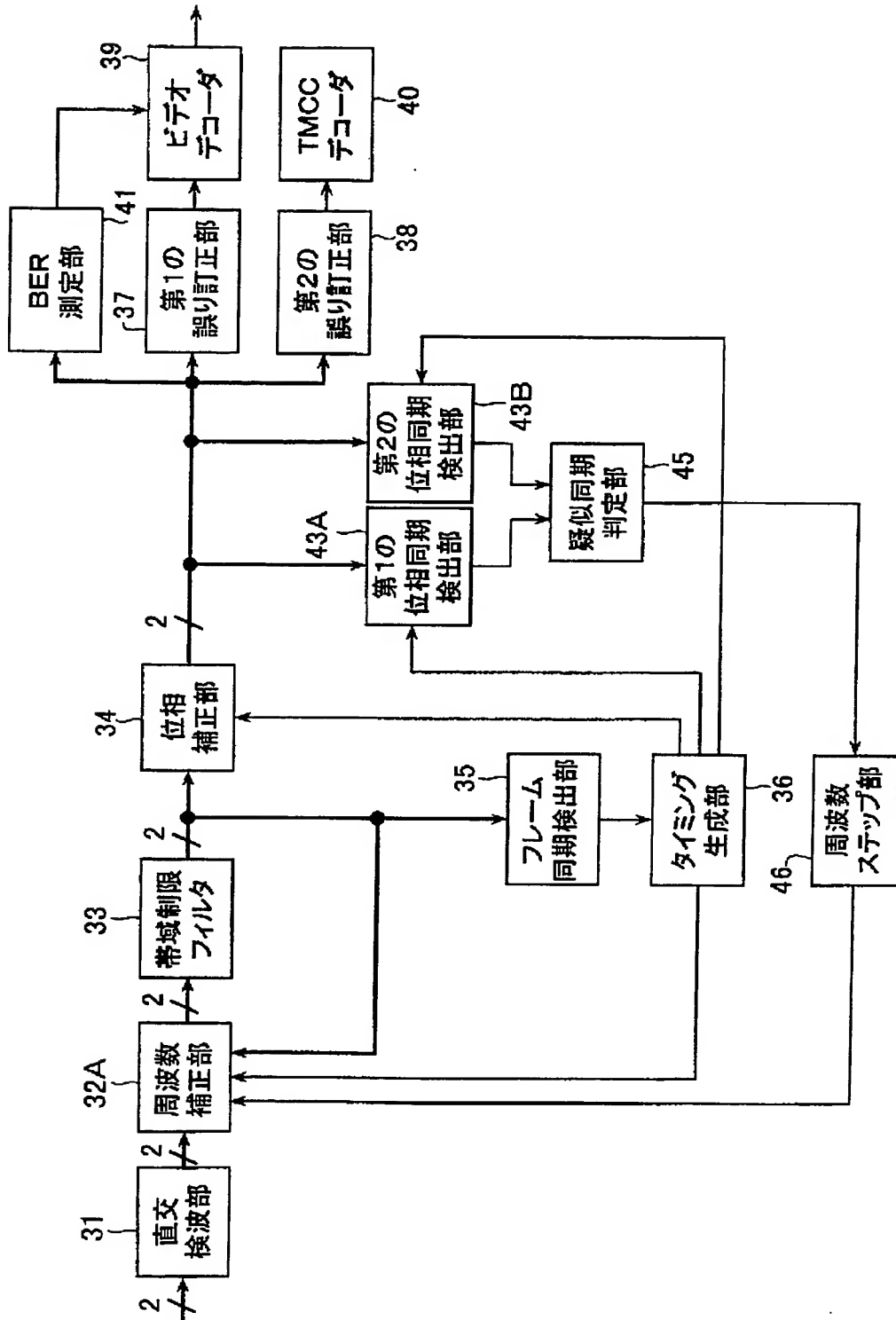


図 43

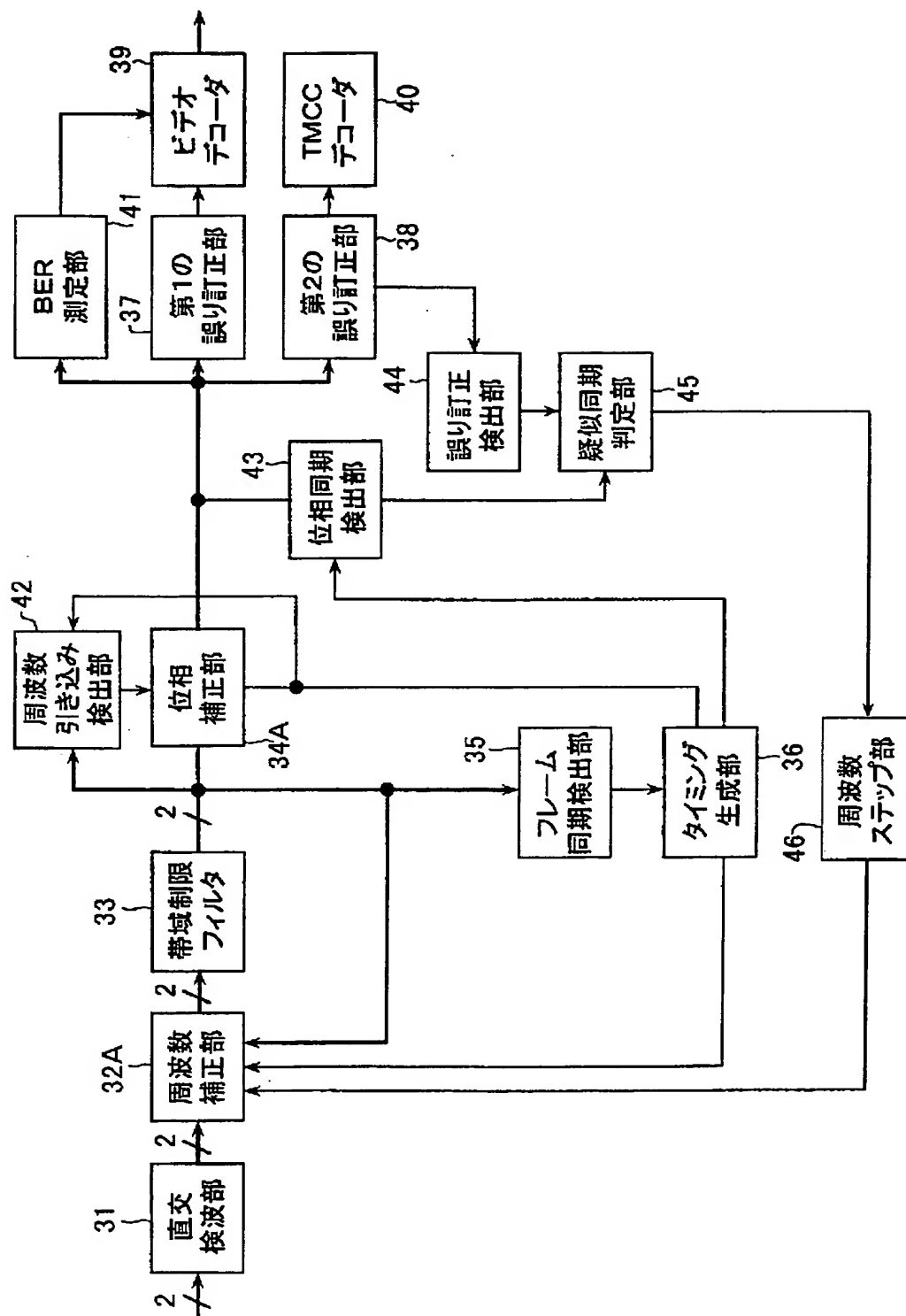


図 44

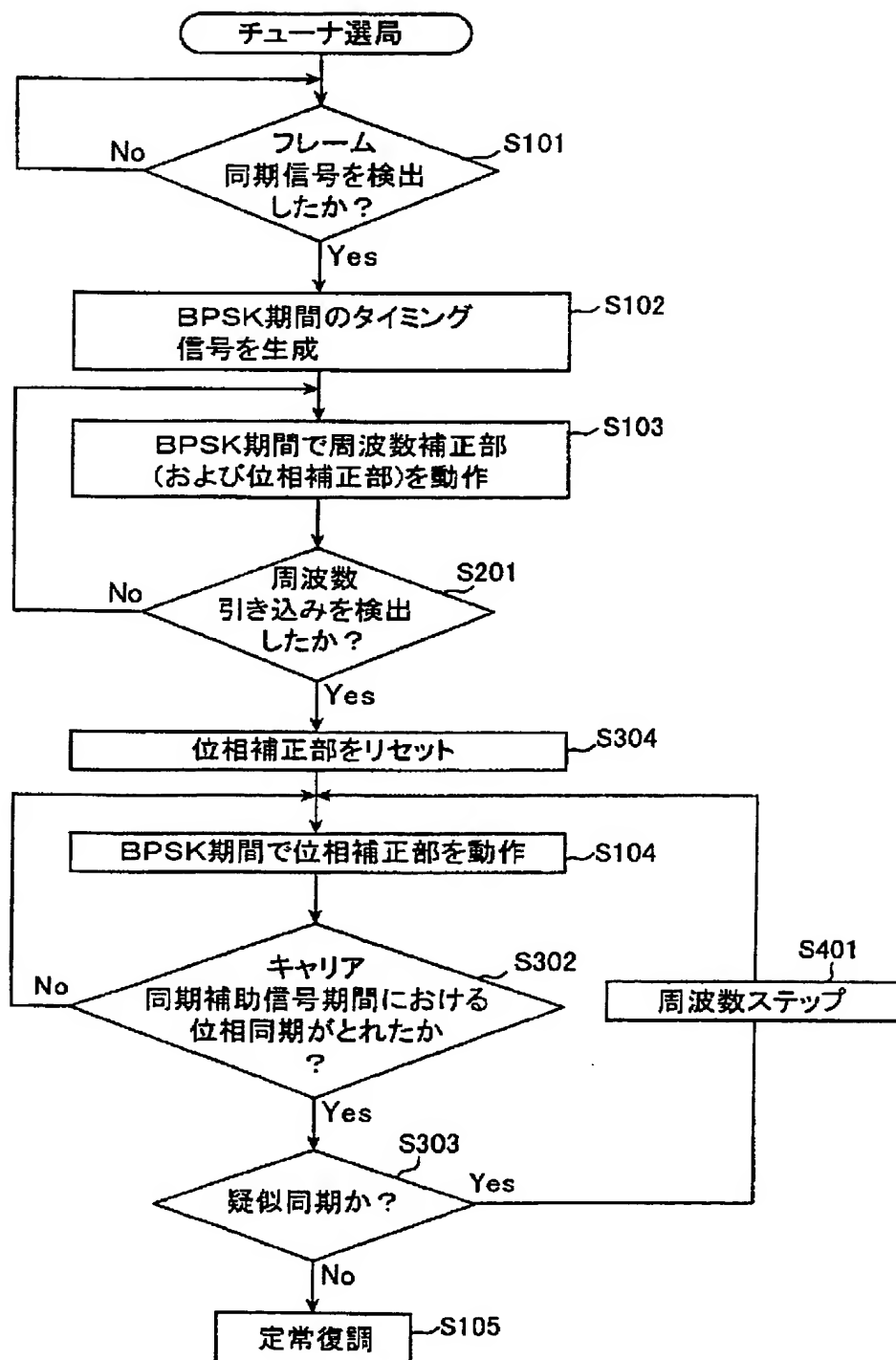


図 45

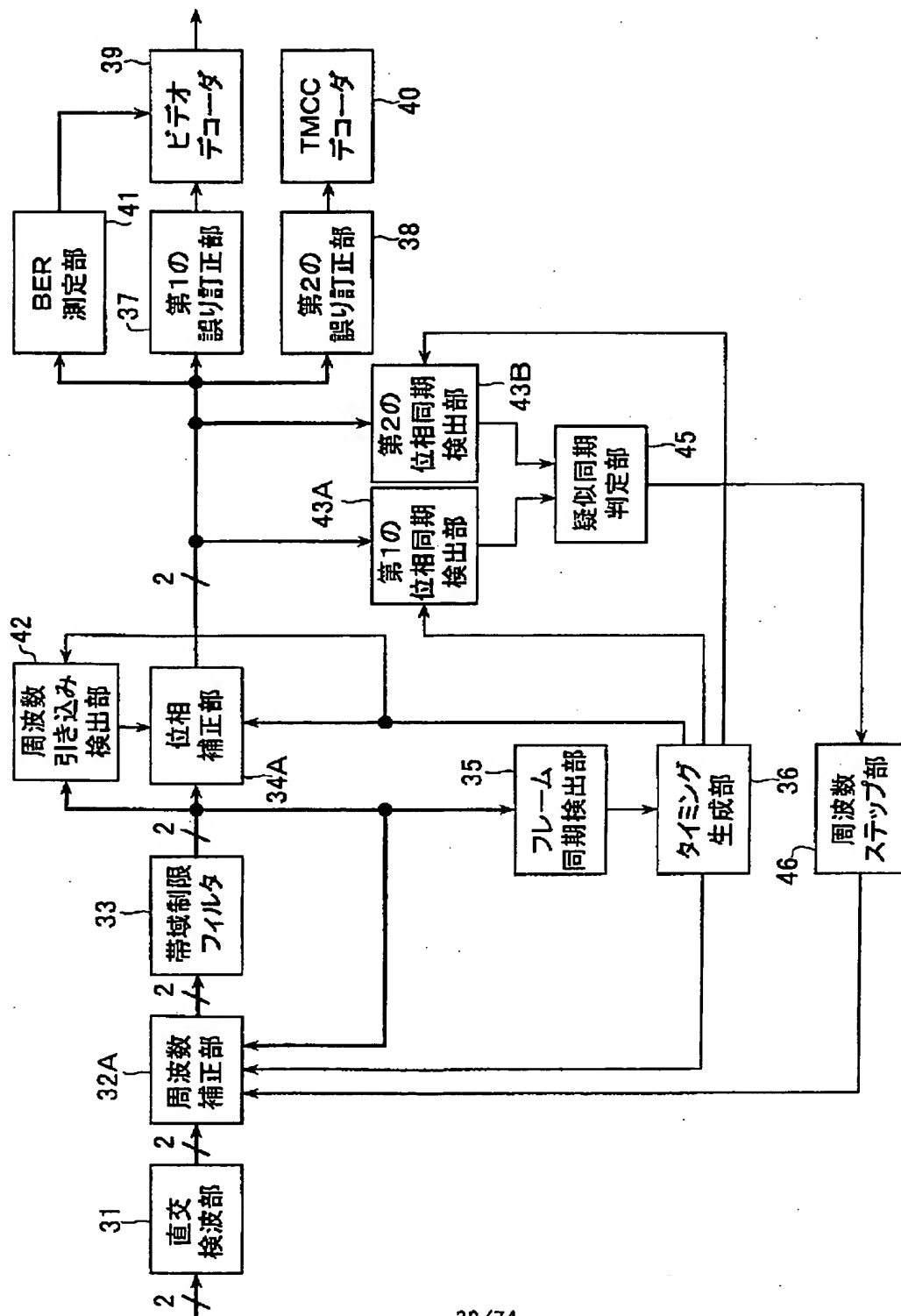


図46

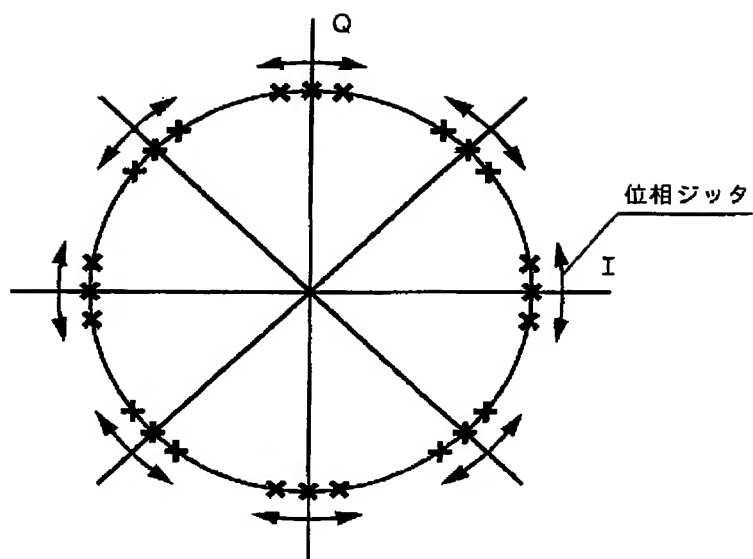


図47

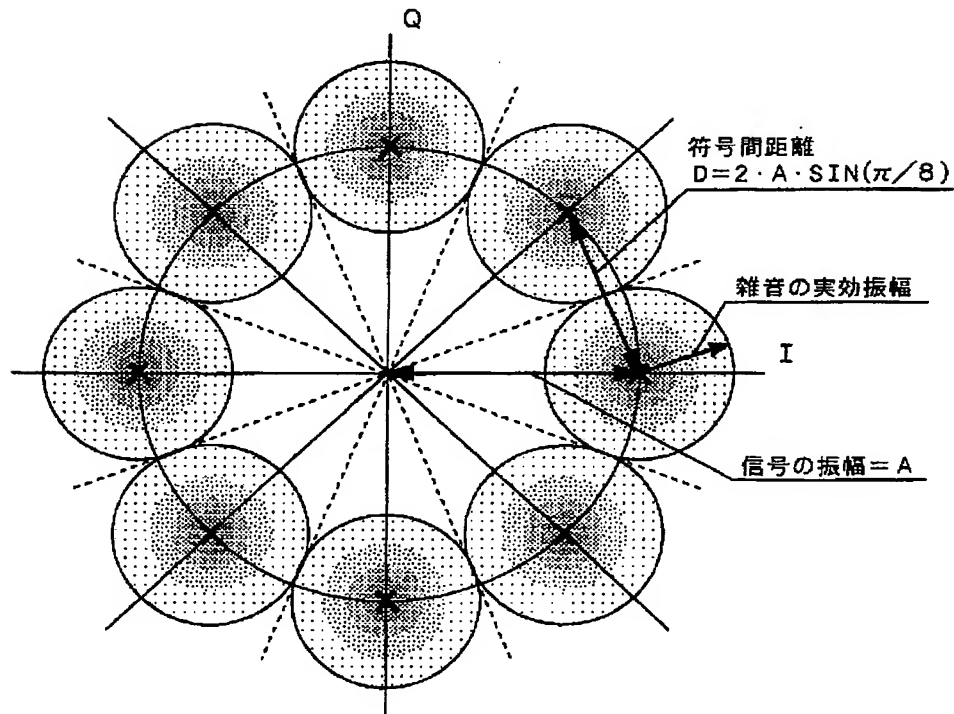


図 48

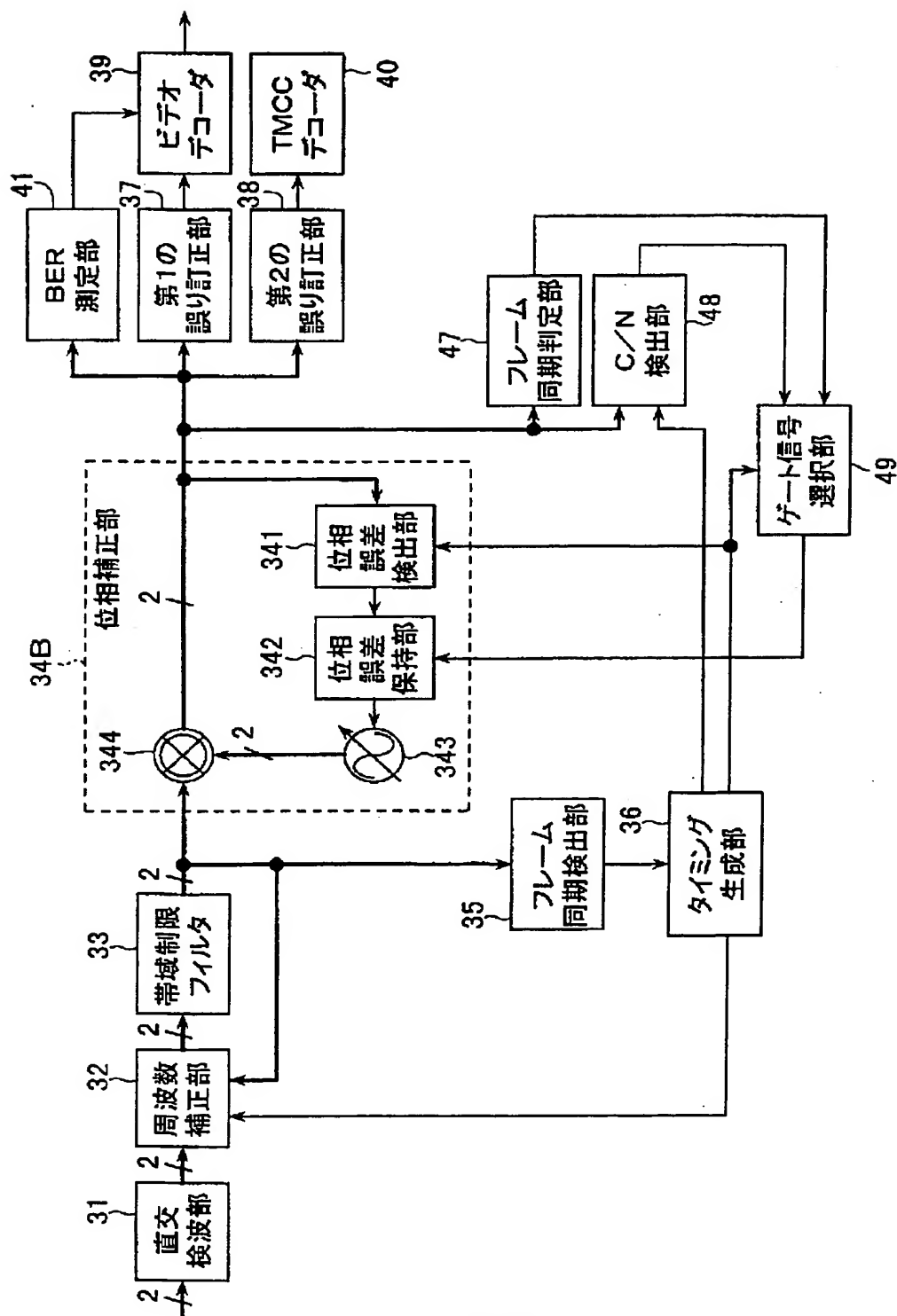


図 49

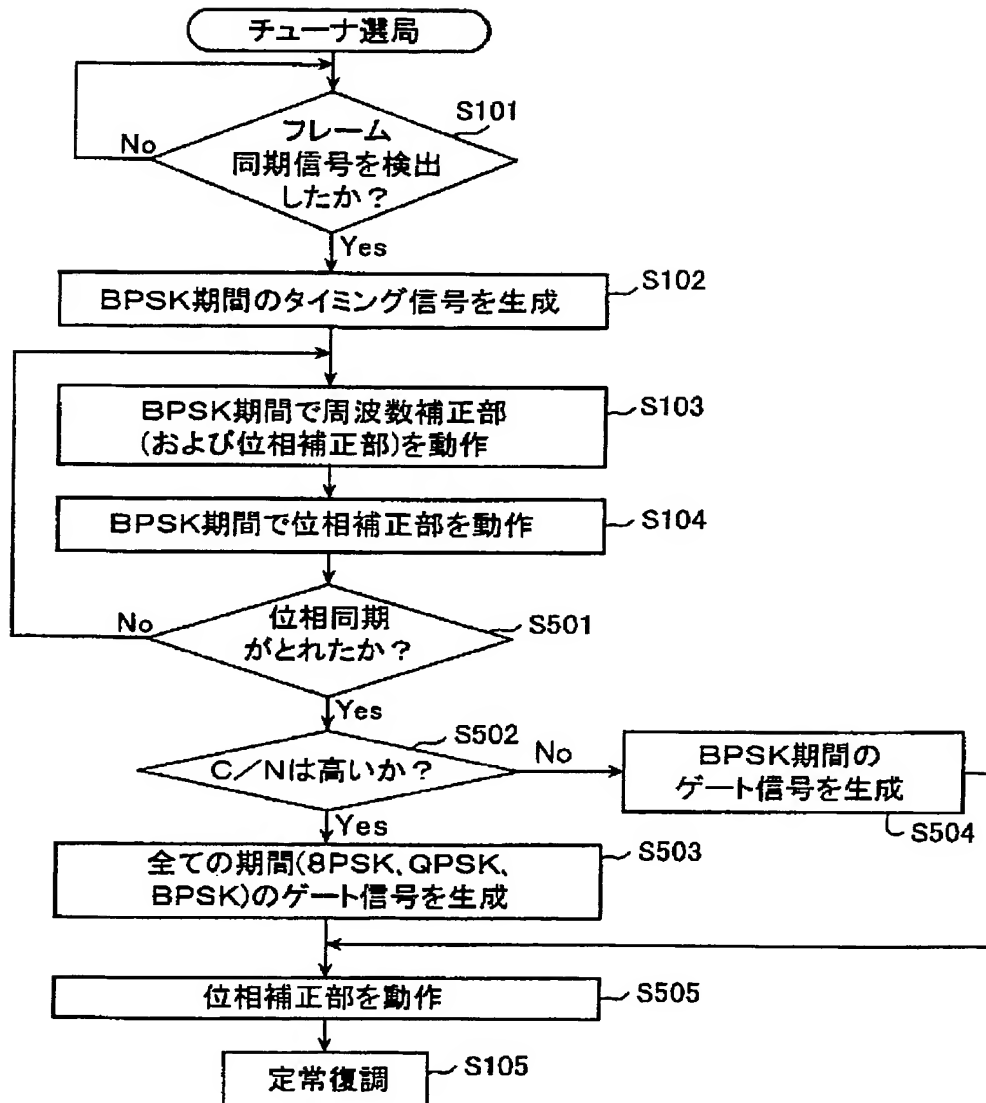


図 50

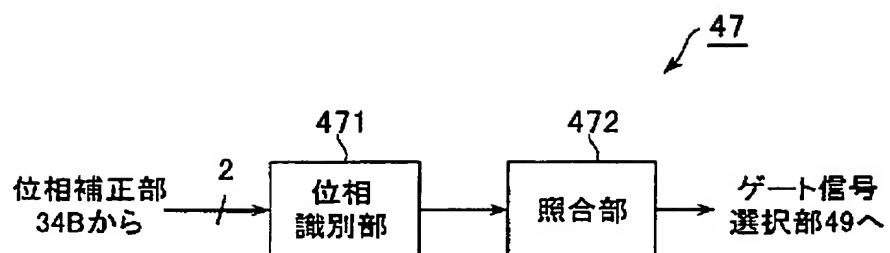


図 51

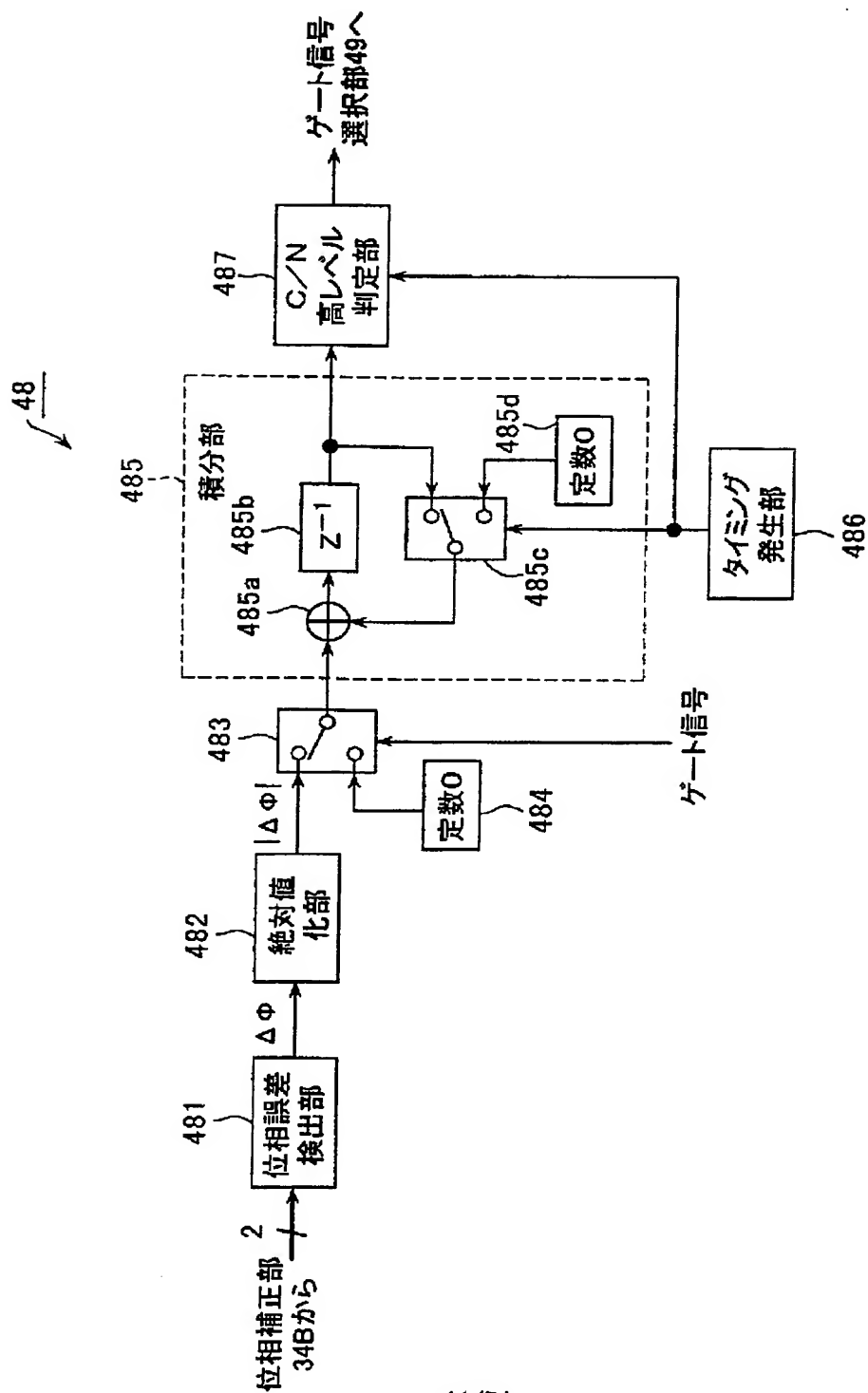


図 52

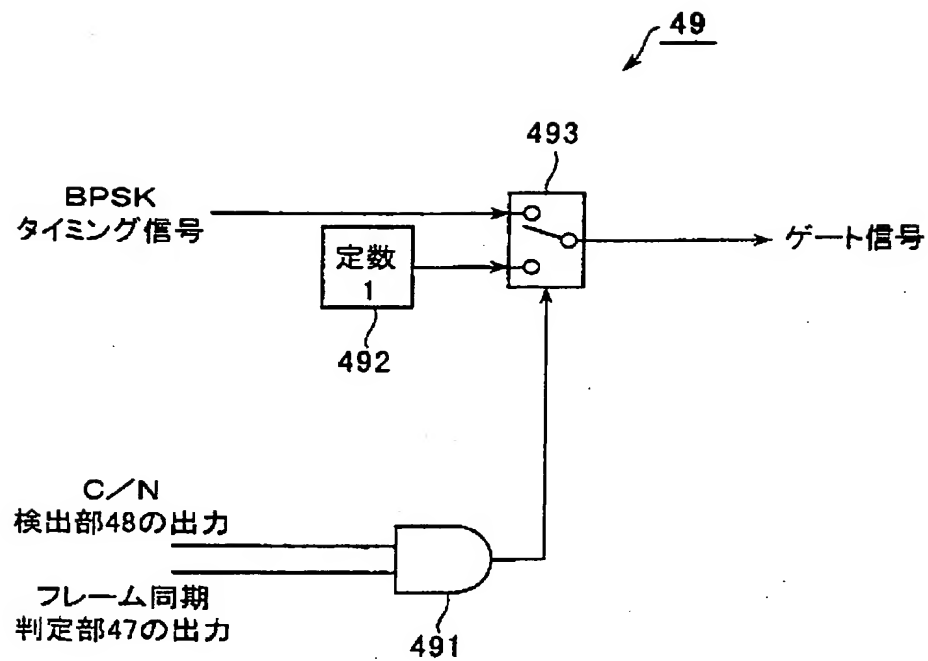
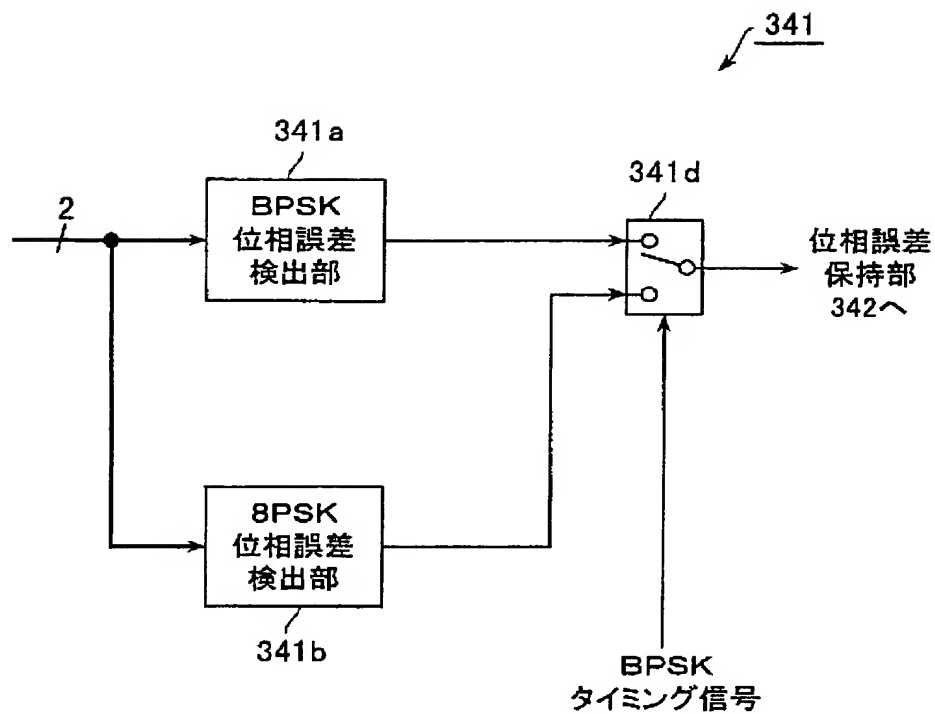


図 53



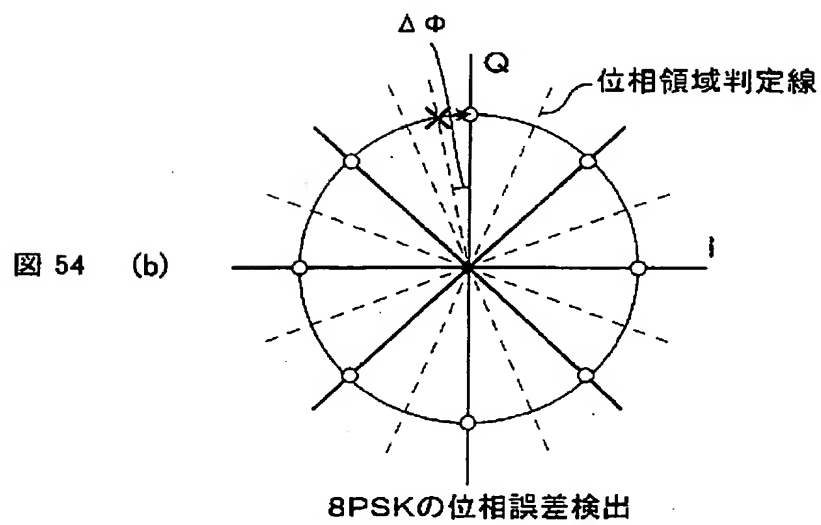
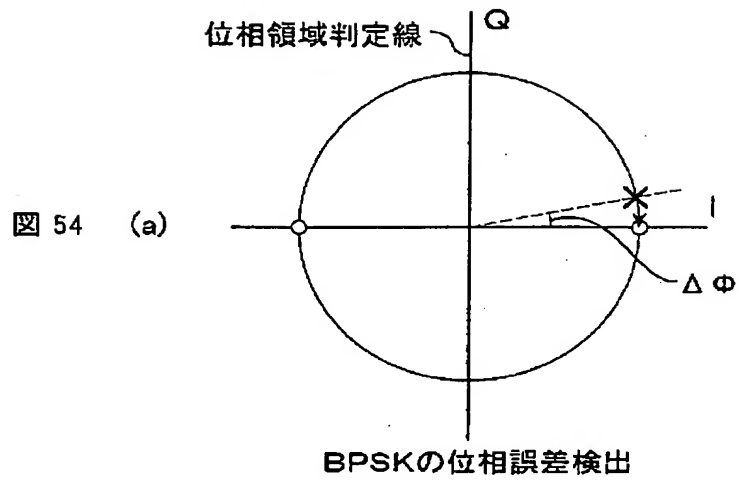


図 55

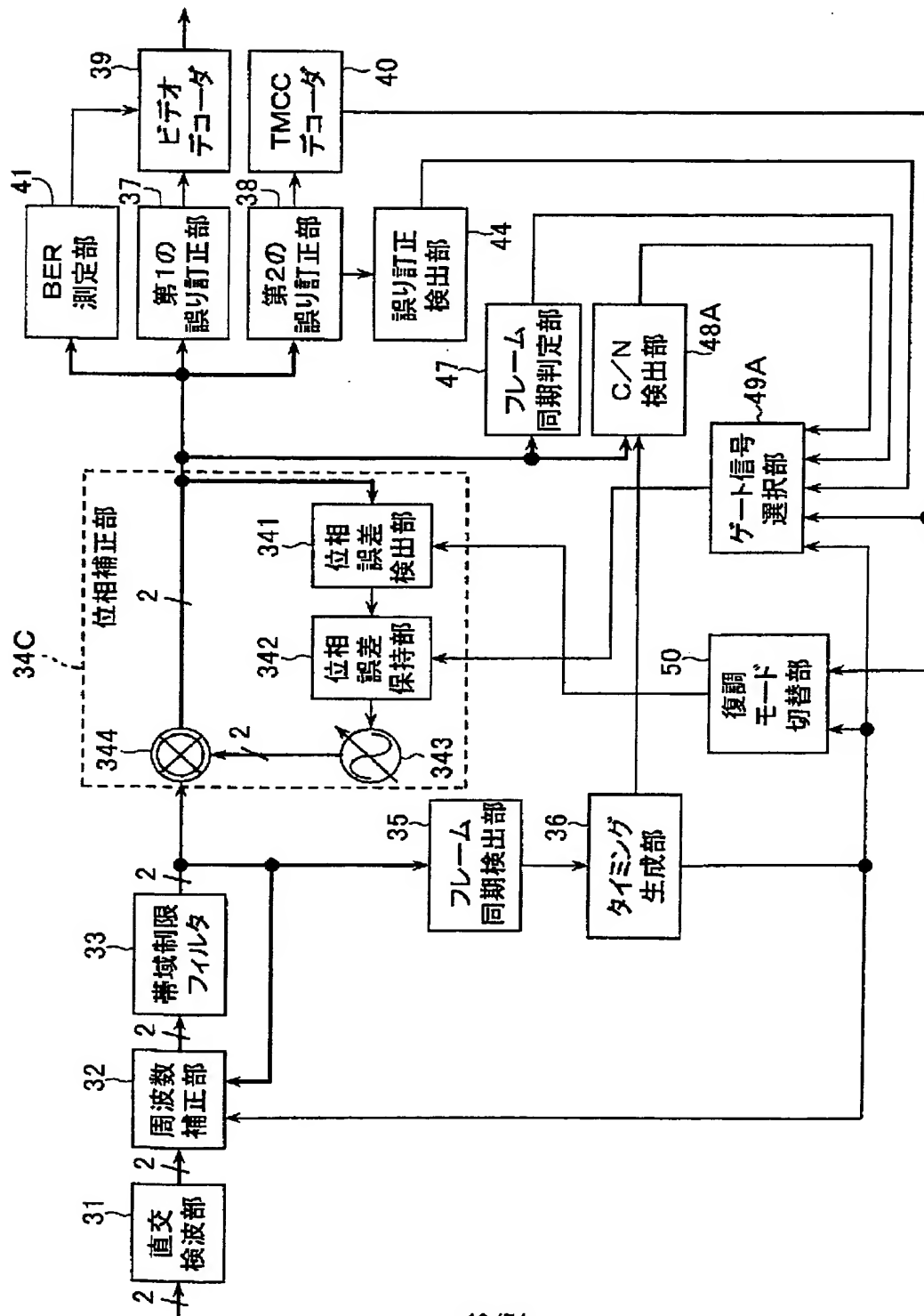
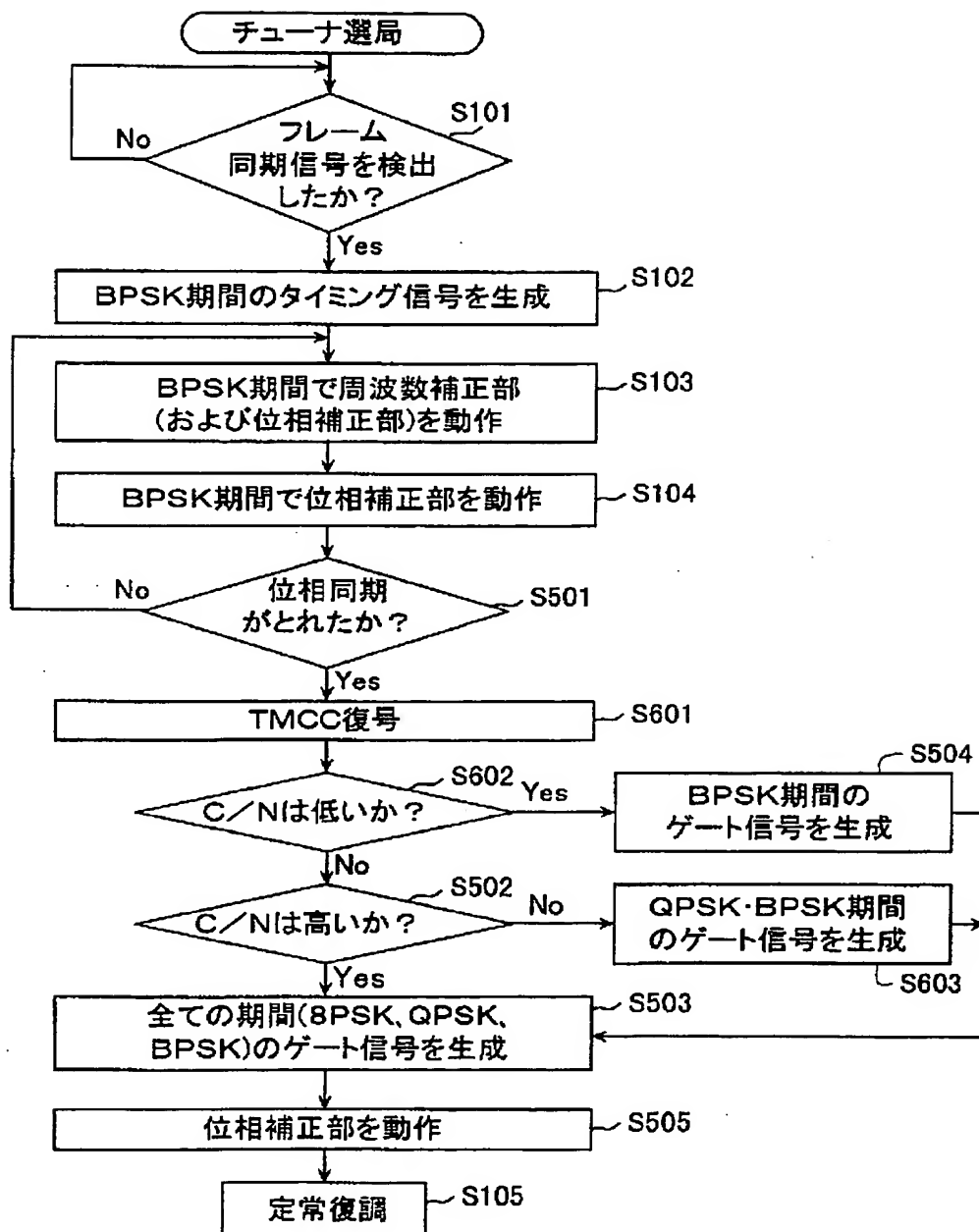


図 56



57

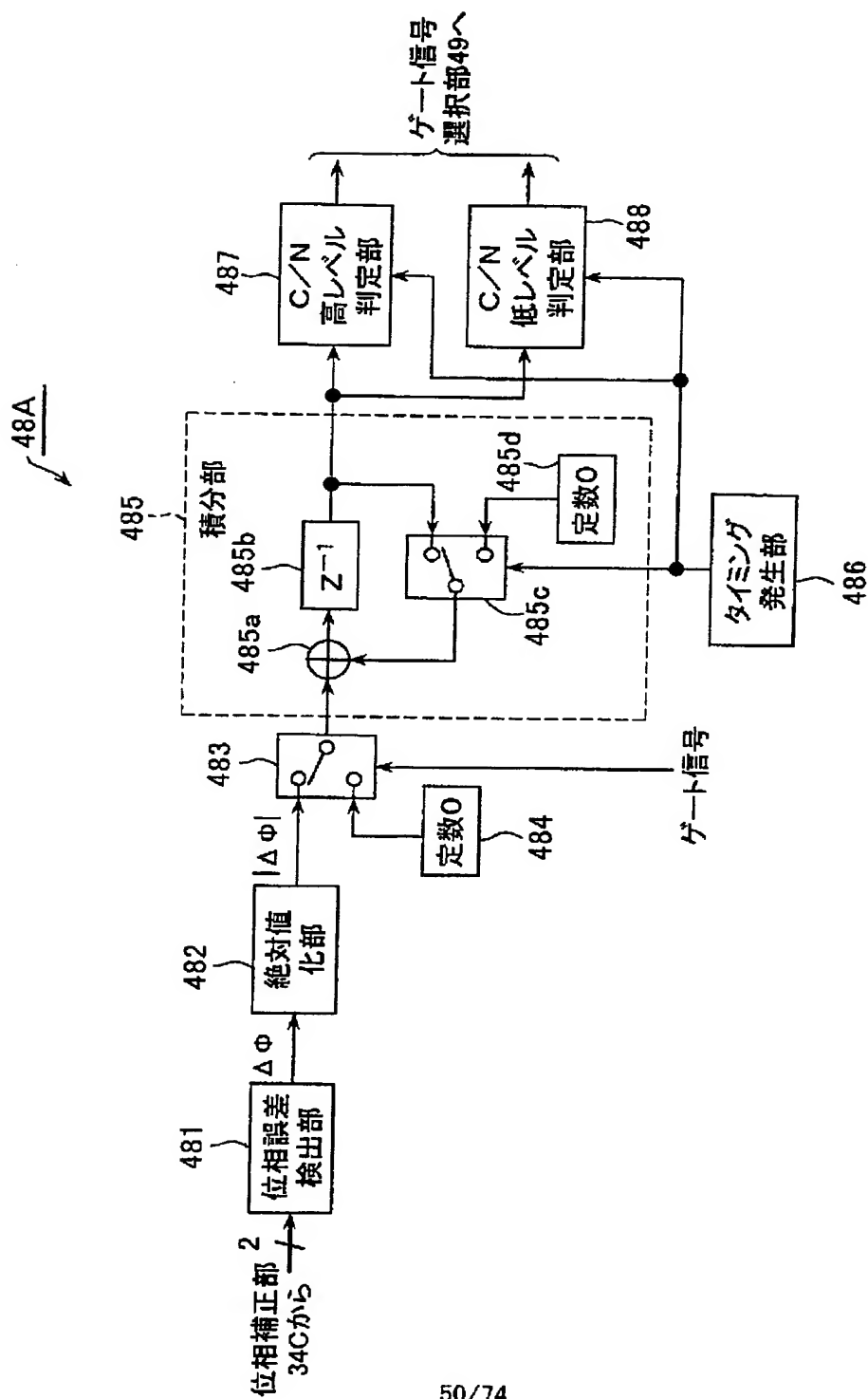
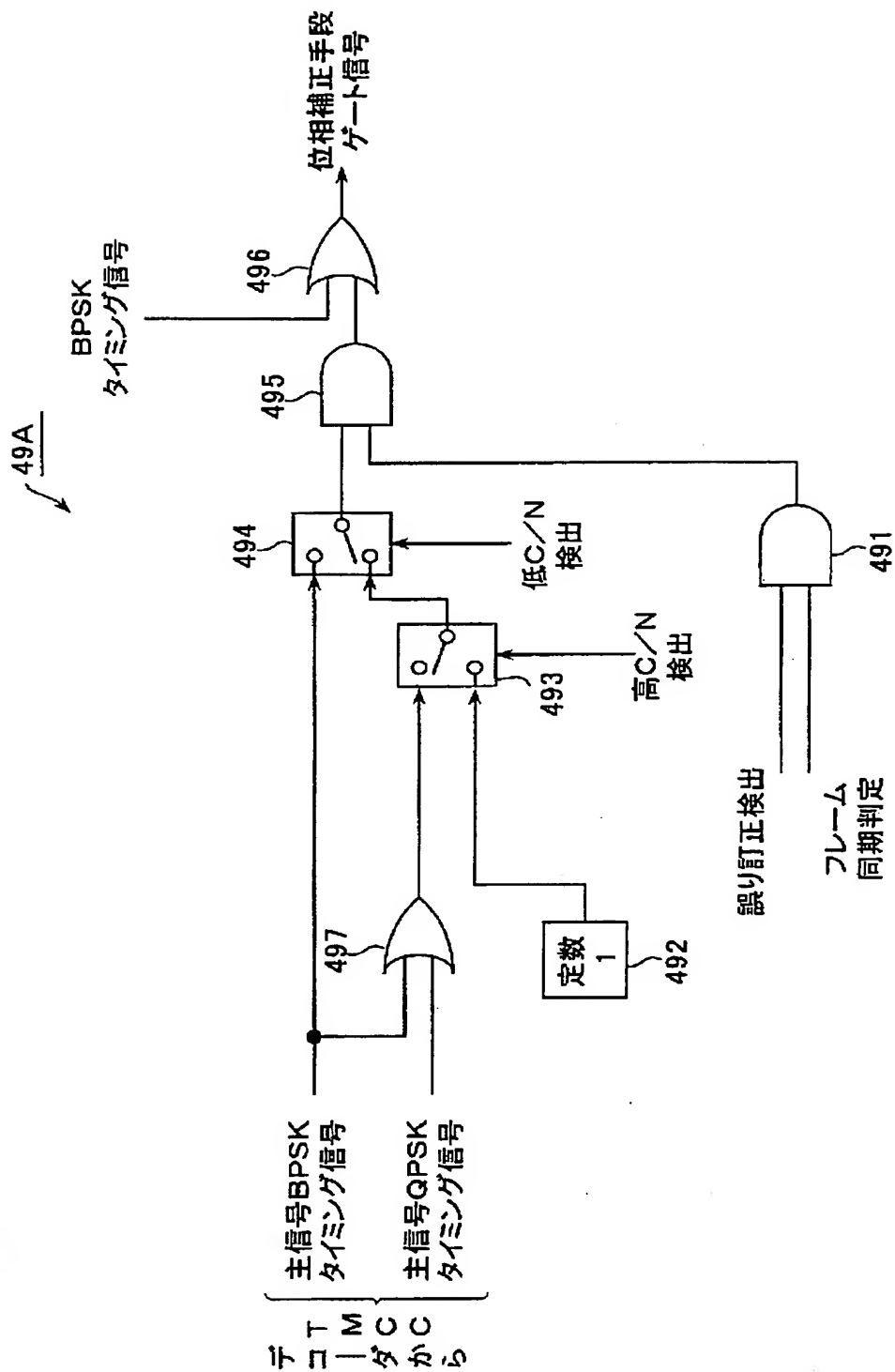


図 58



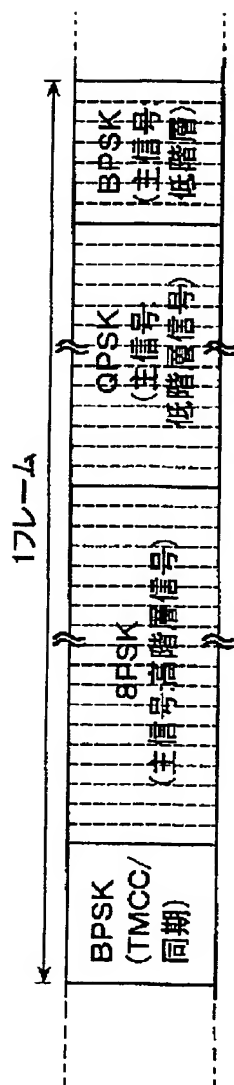


図 59 (a) 通信フレーム



図 59 (b)

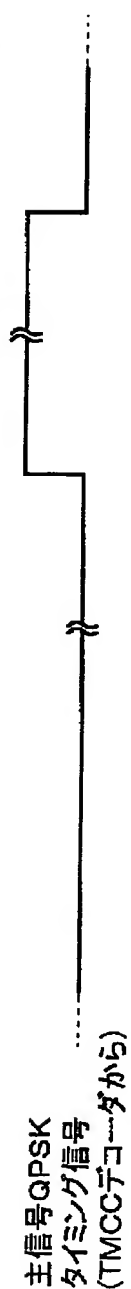


図 59 (c)



図 59 (d)



図 59 (e)



図 59 (f)

図 60

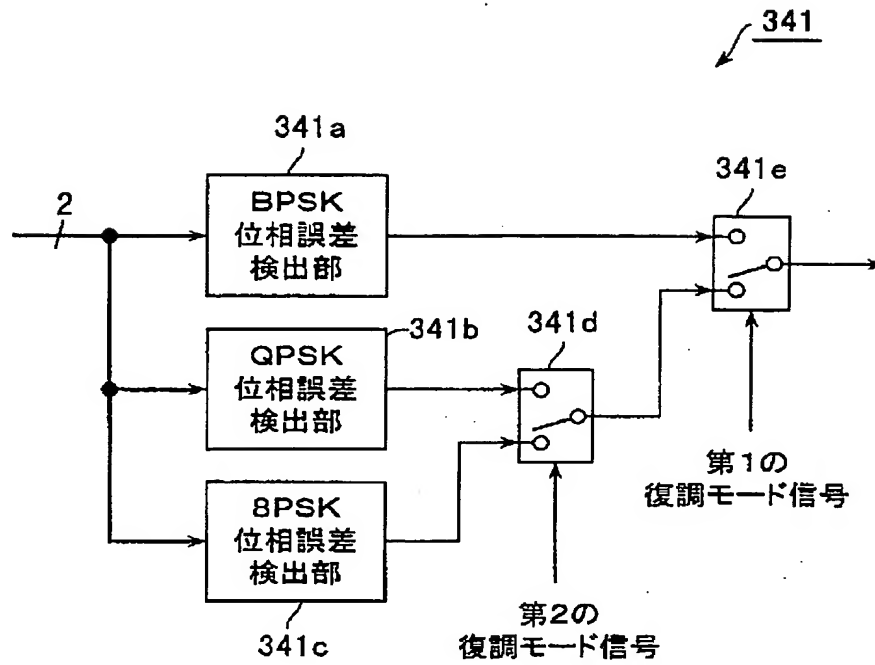


図 61 (a)

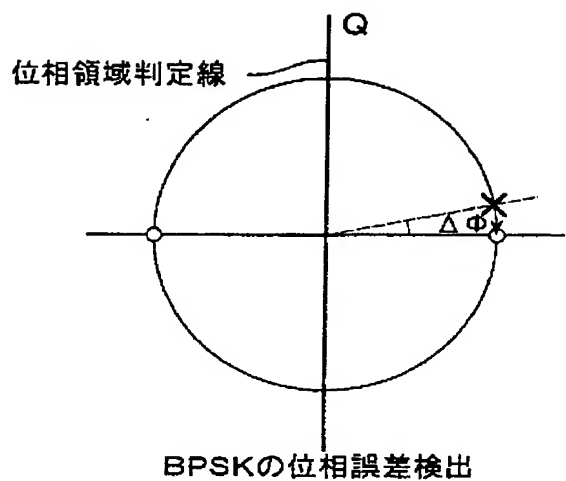


図 61 (b)

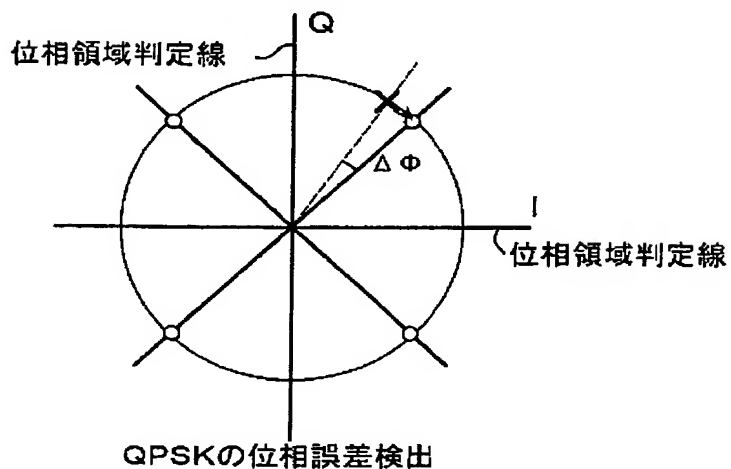


図 61 (c)

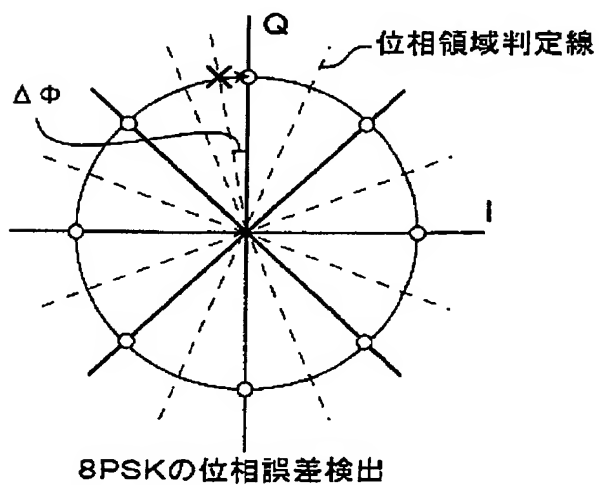


図 62

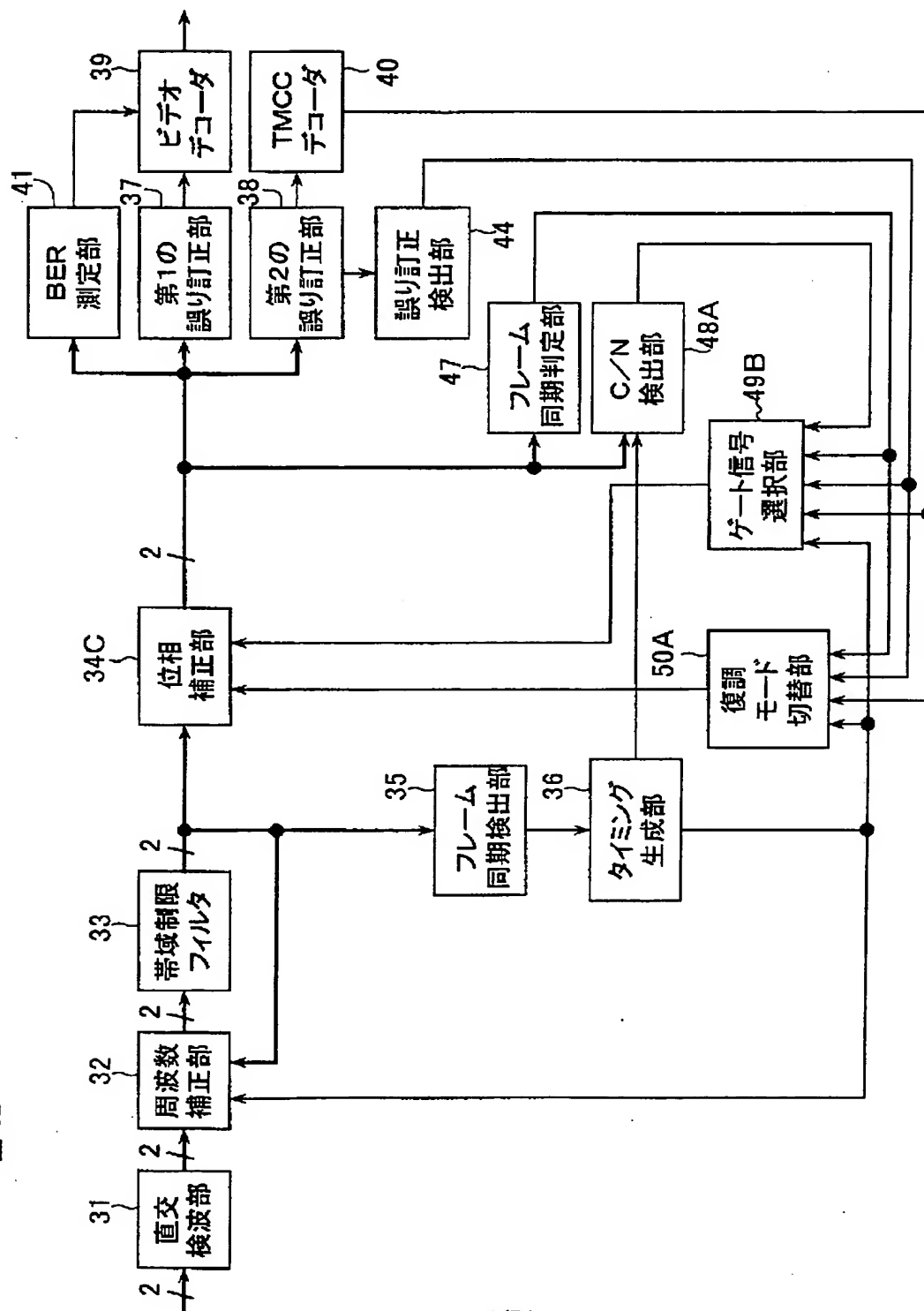


図 63

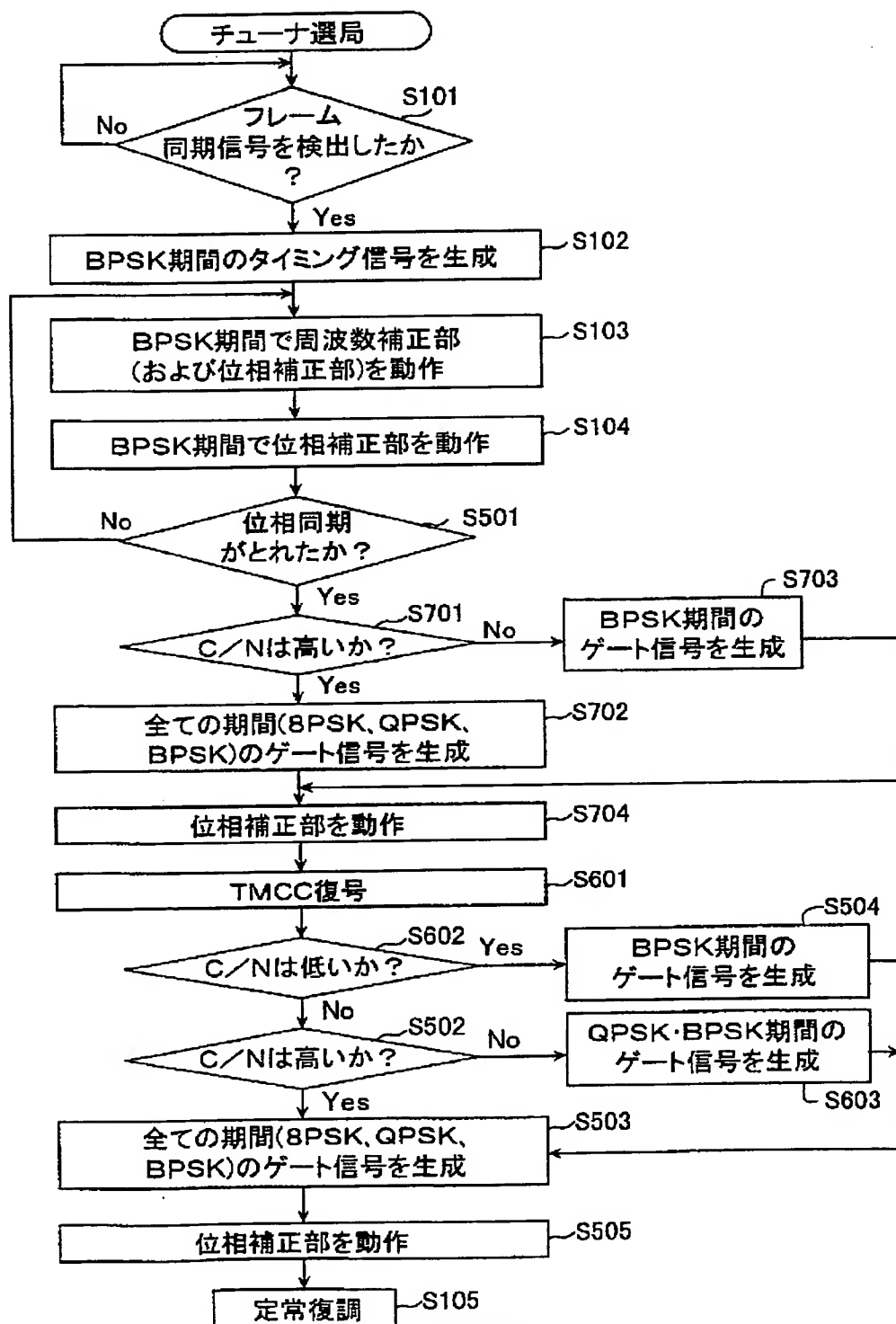


図 64

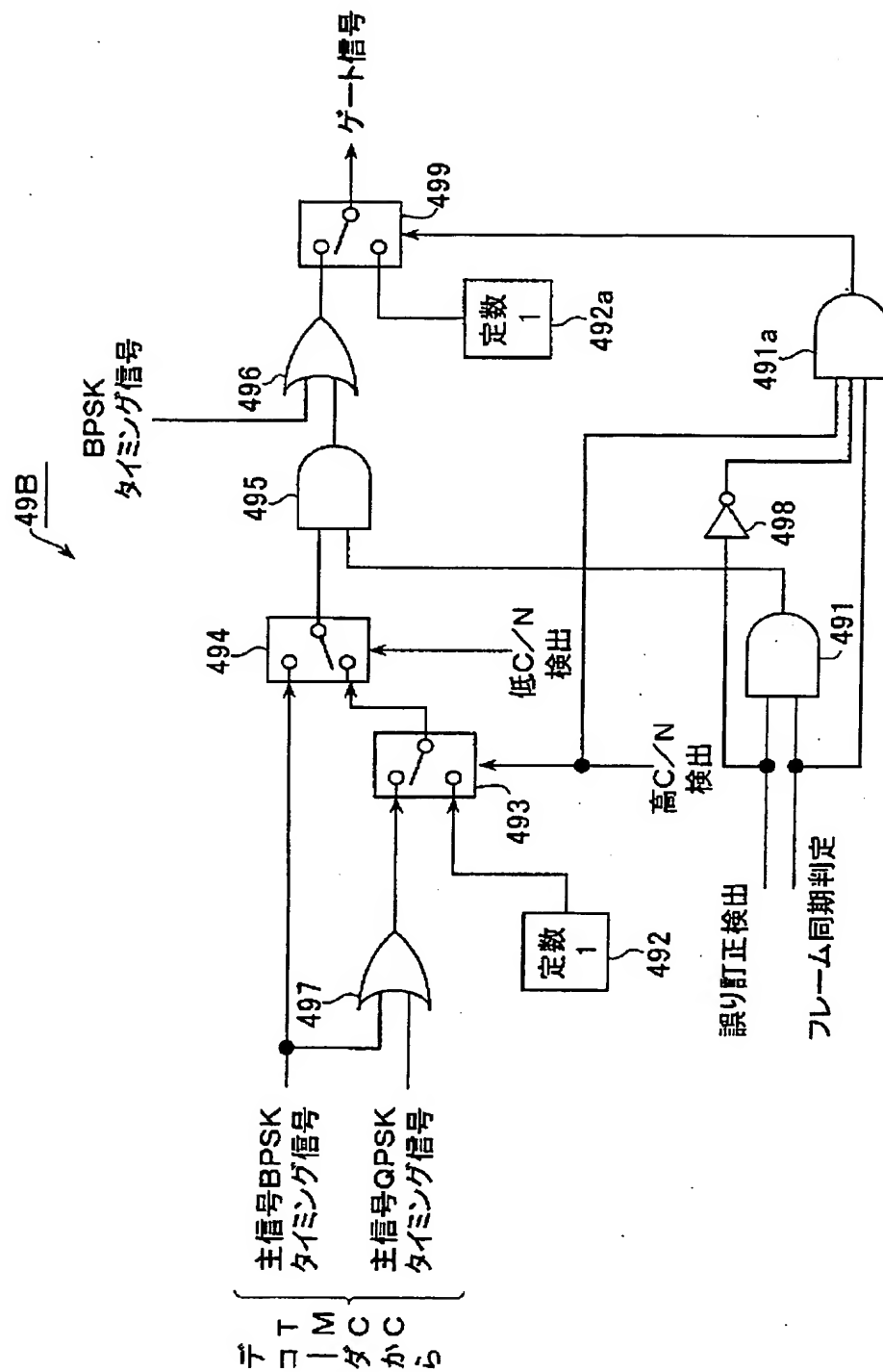


図 65

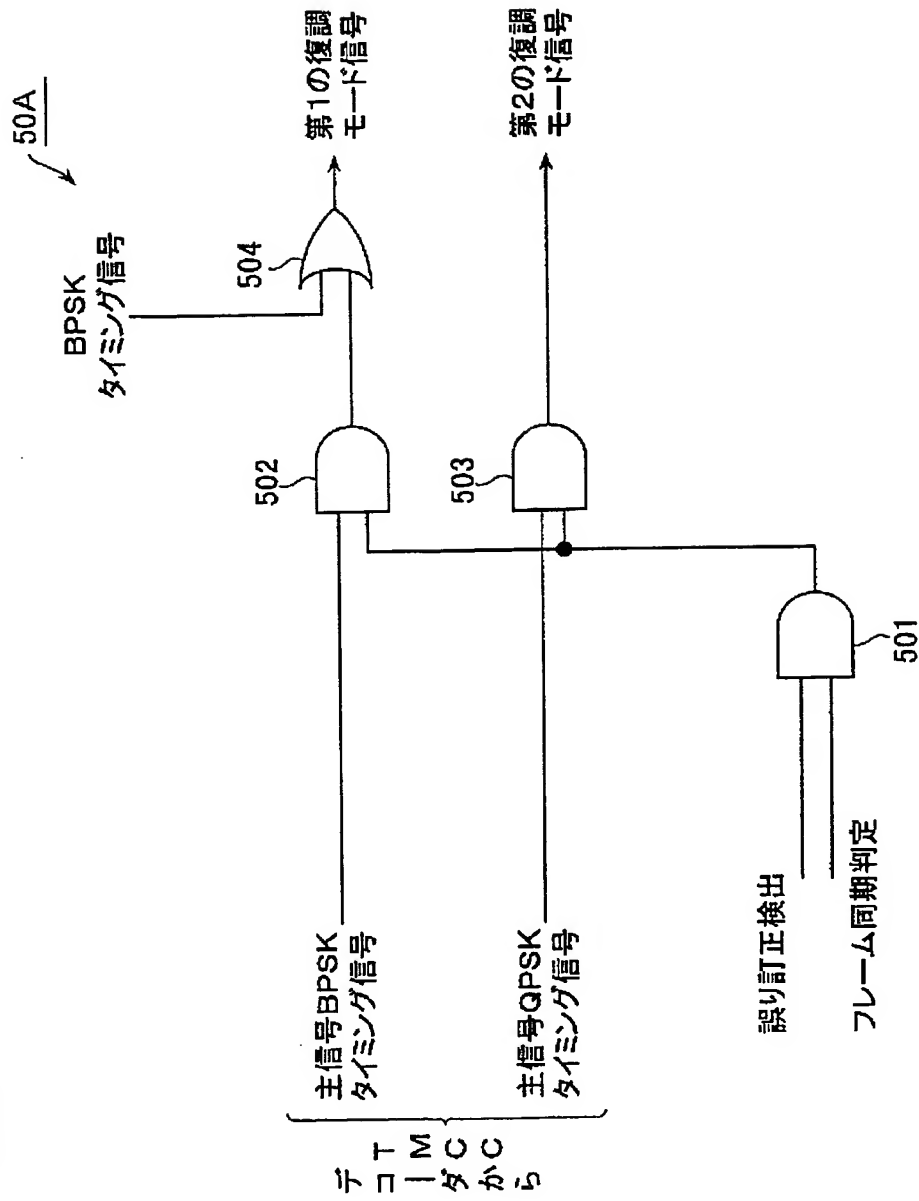


図 66

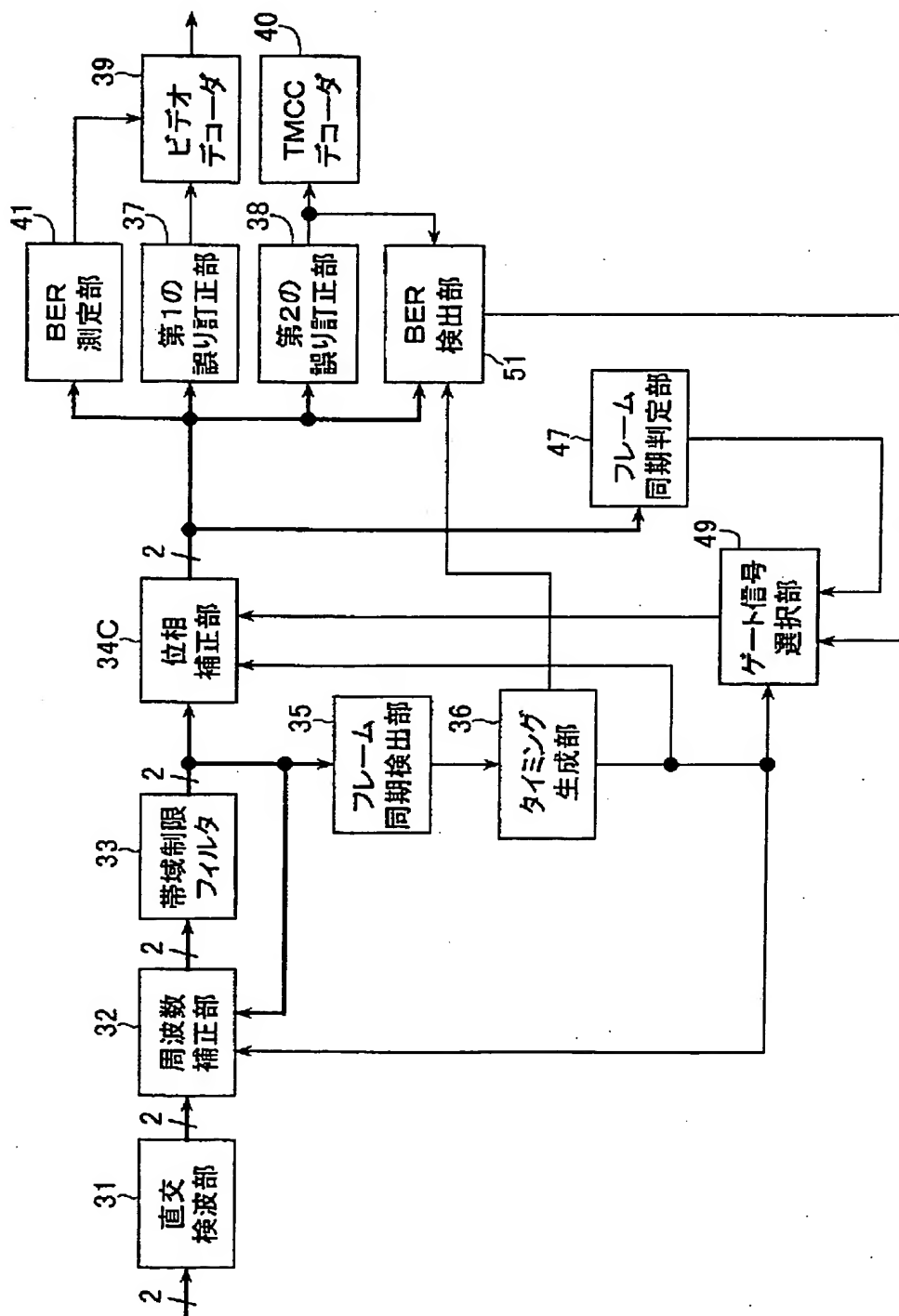


図 67

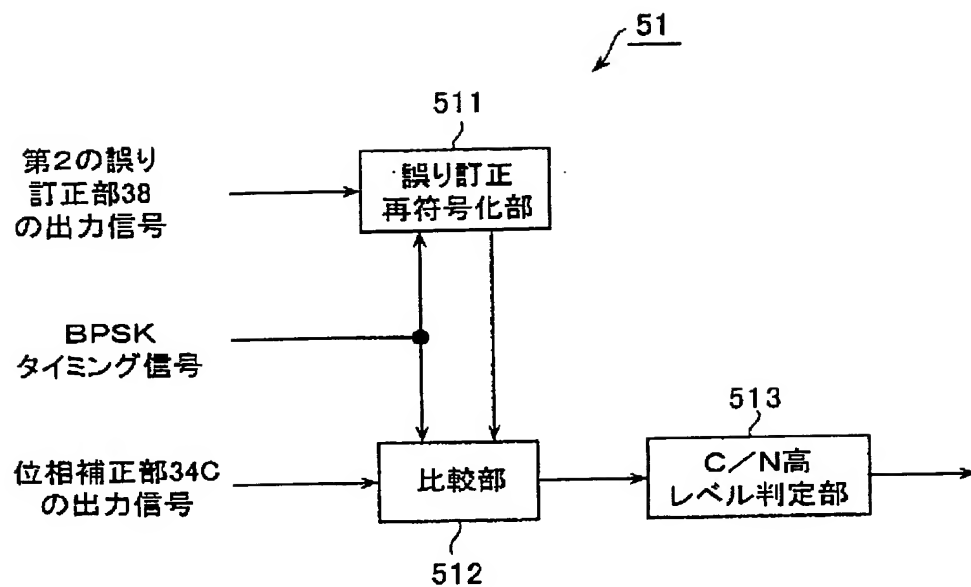


図 68.

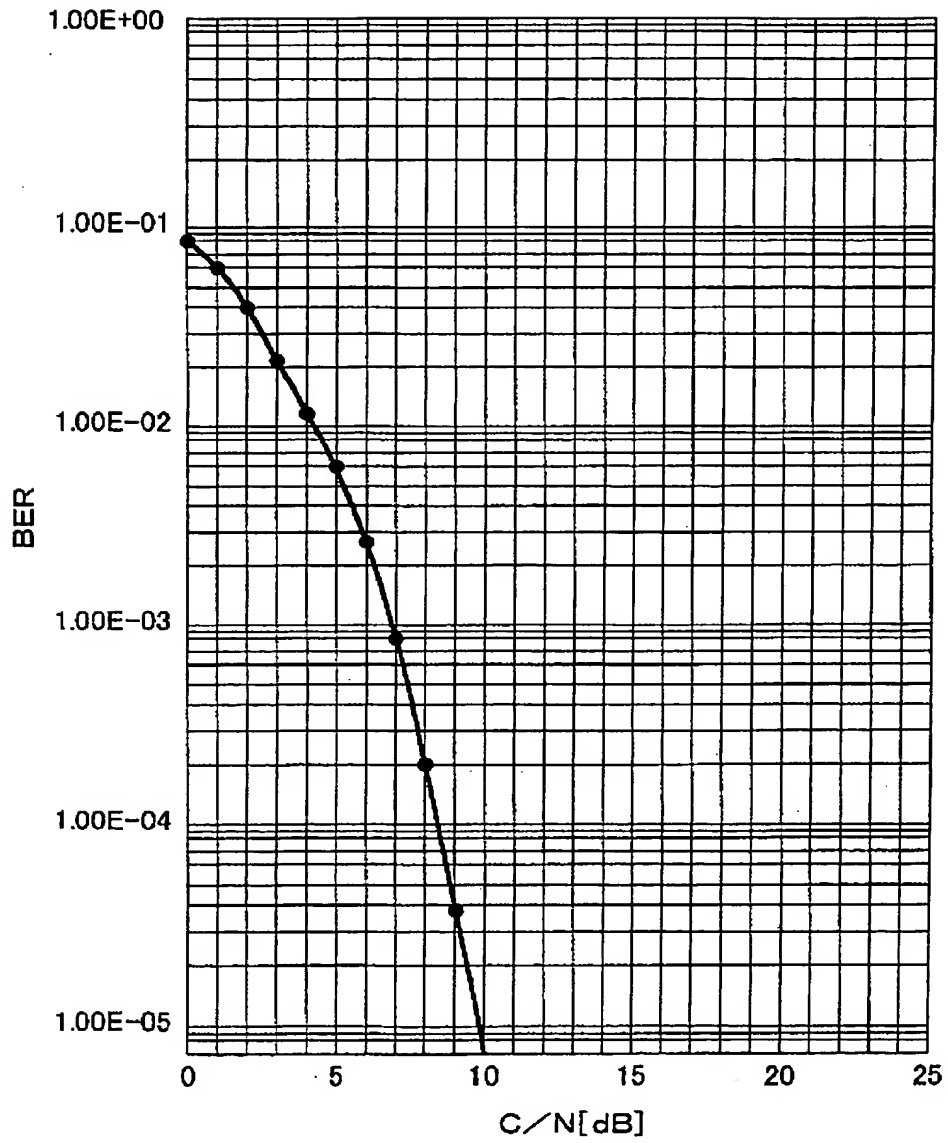


図 69

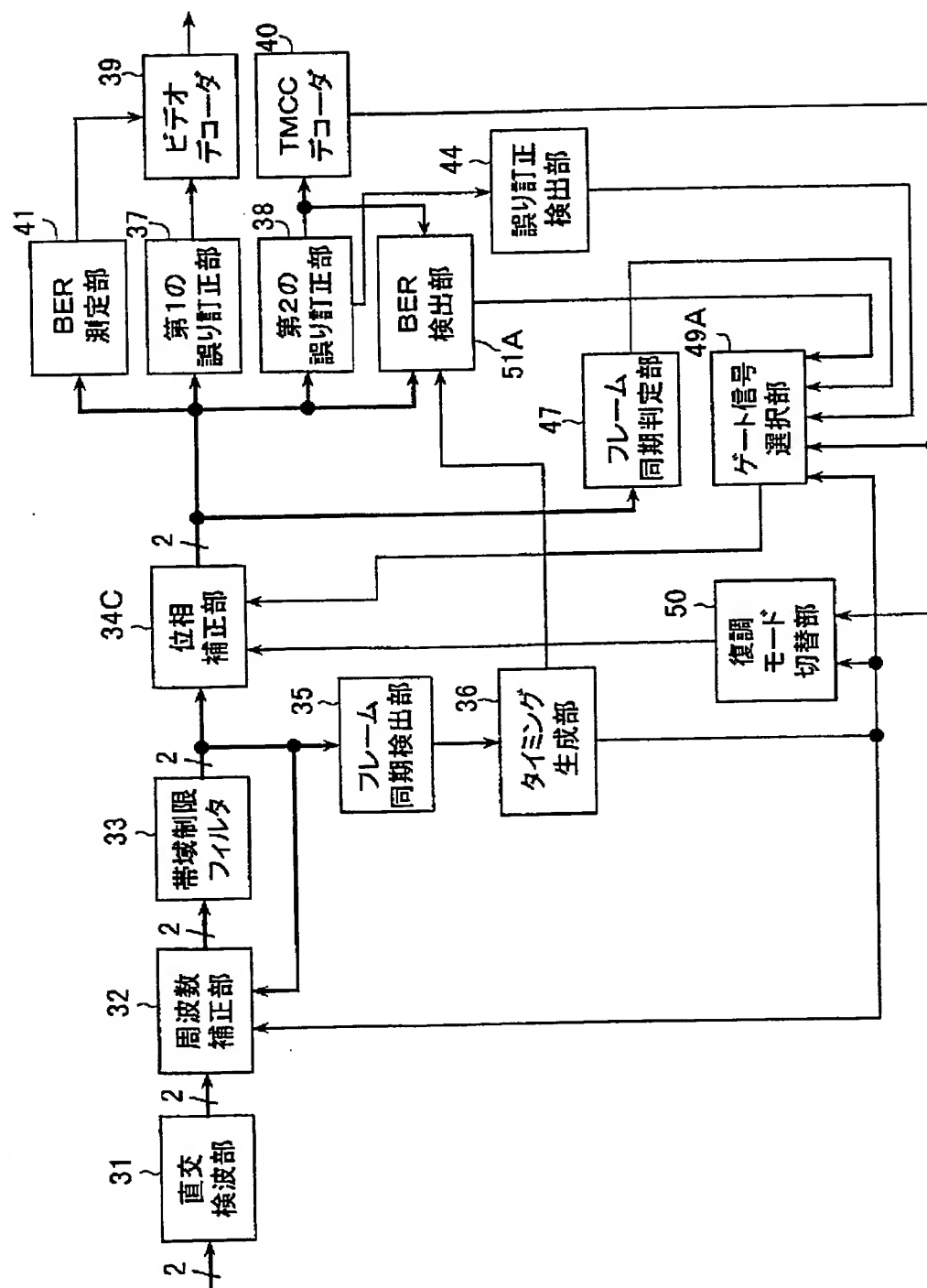
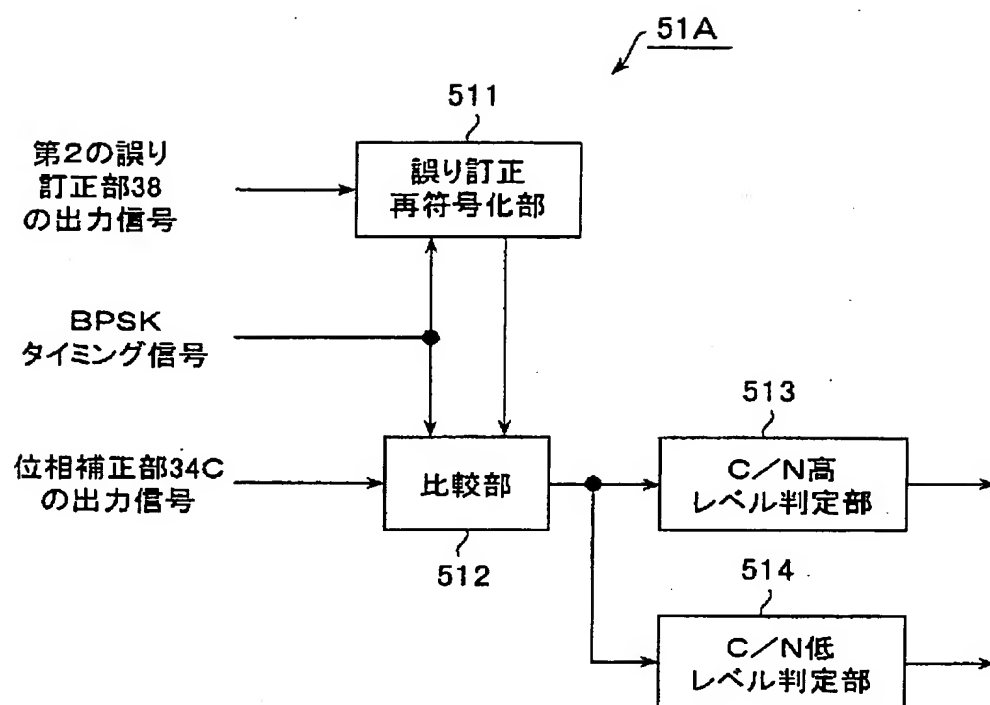
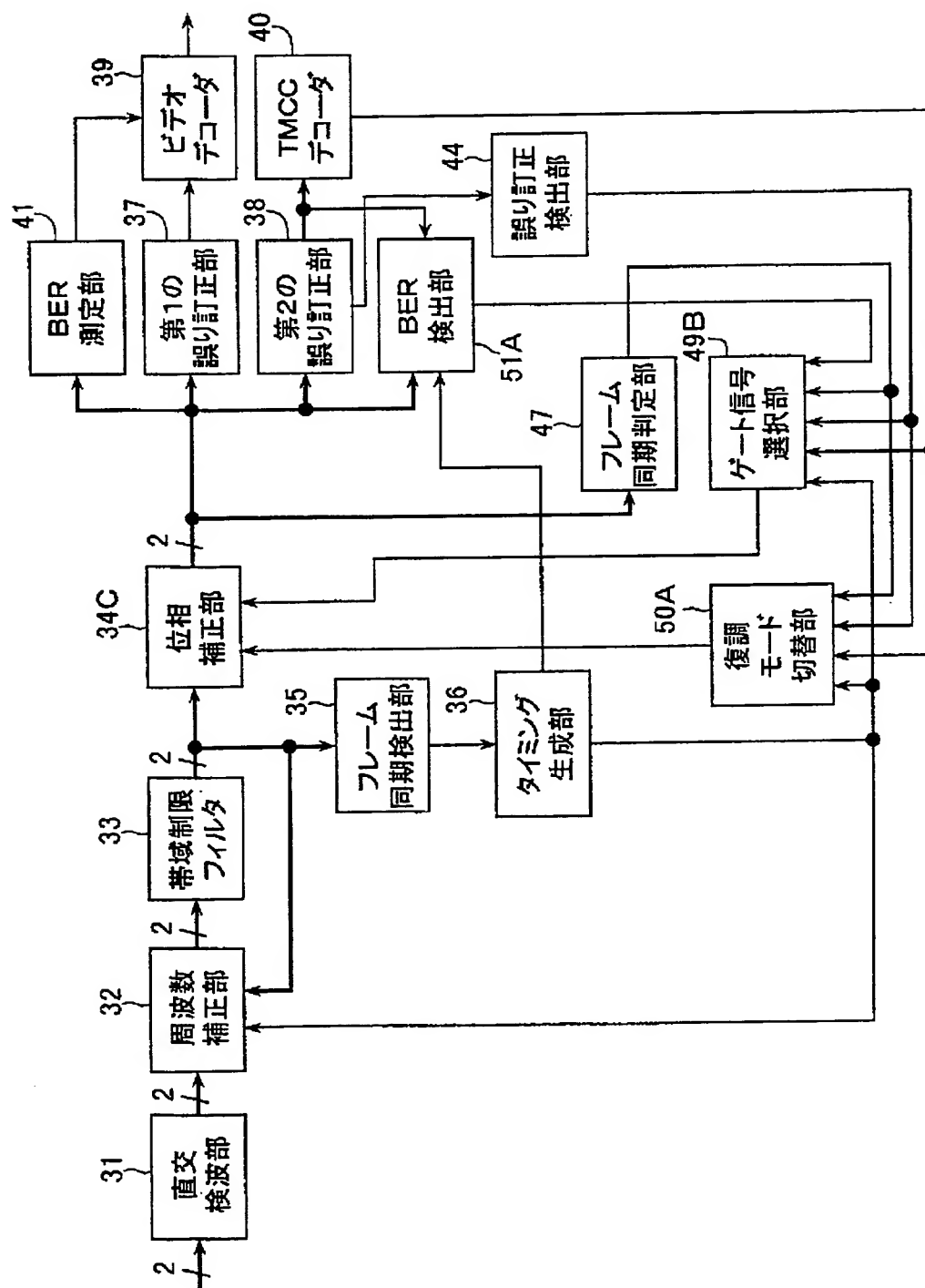


図 70





71 圖

図 72

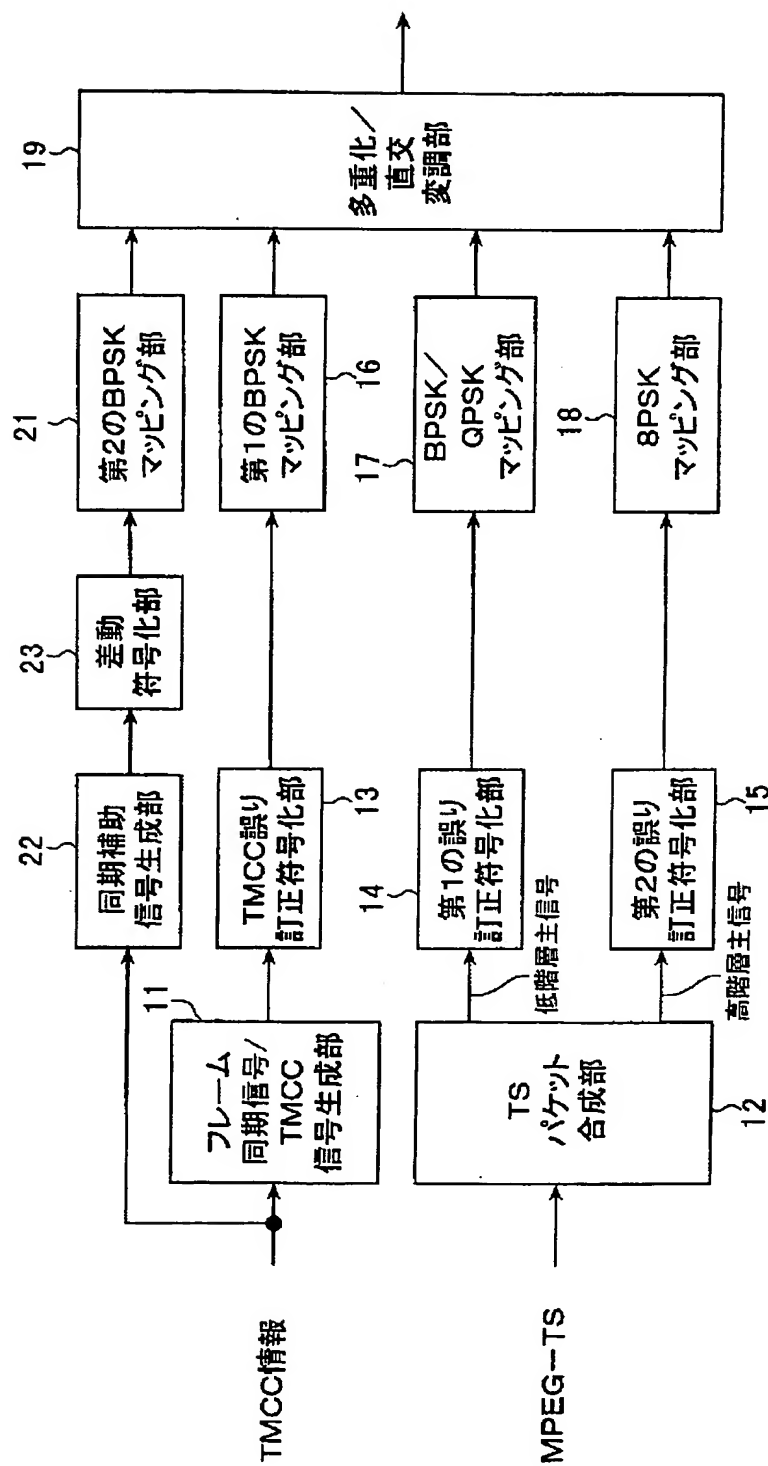


図 73

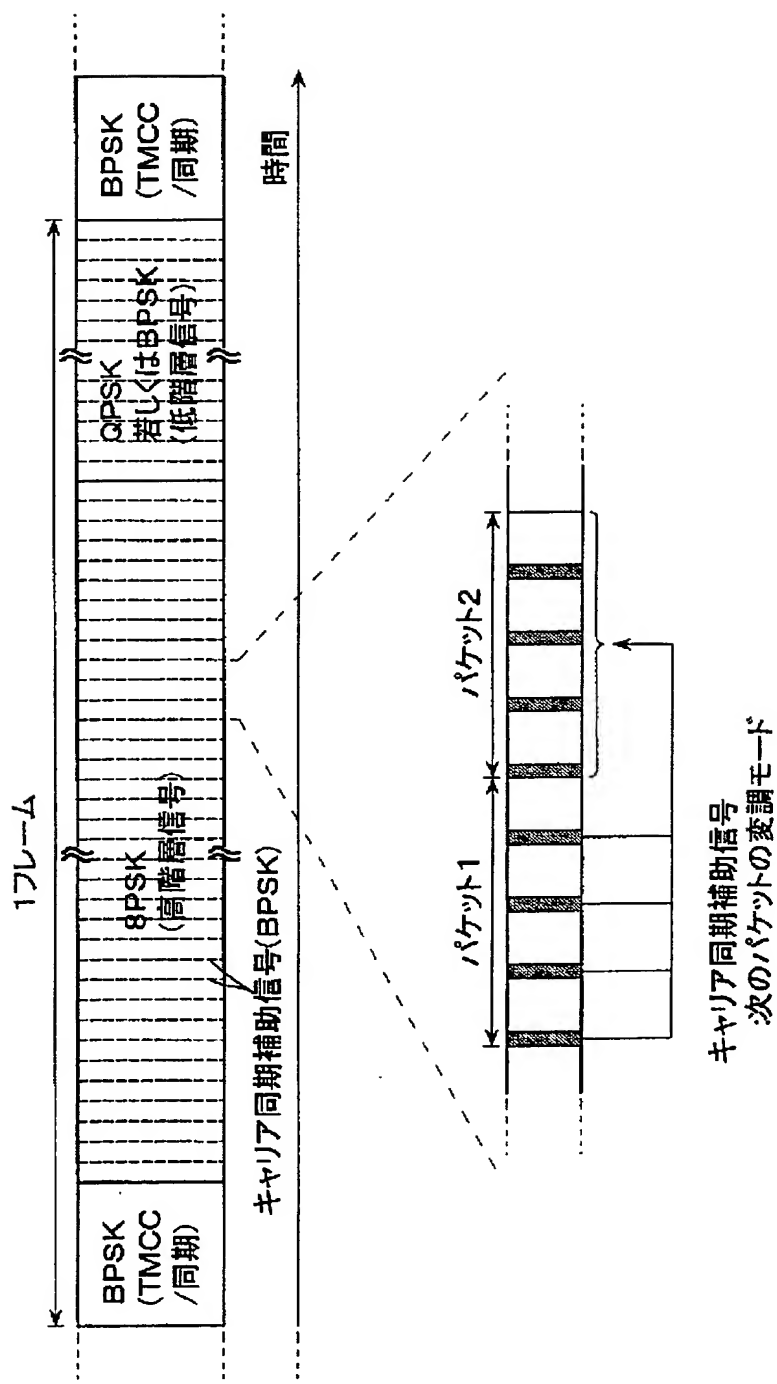


図 74

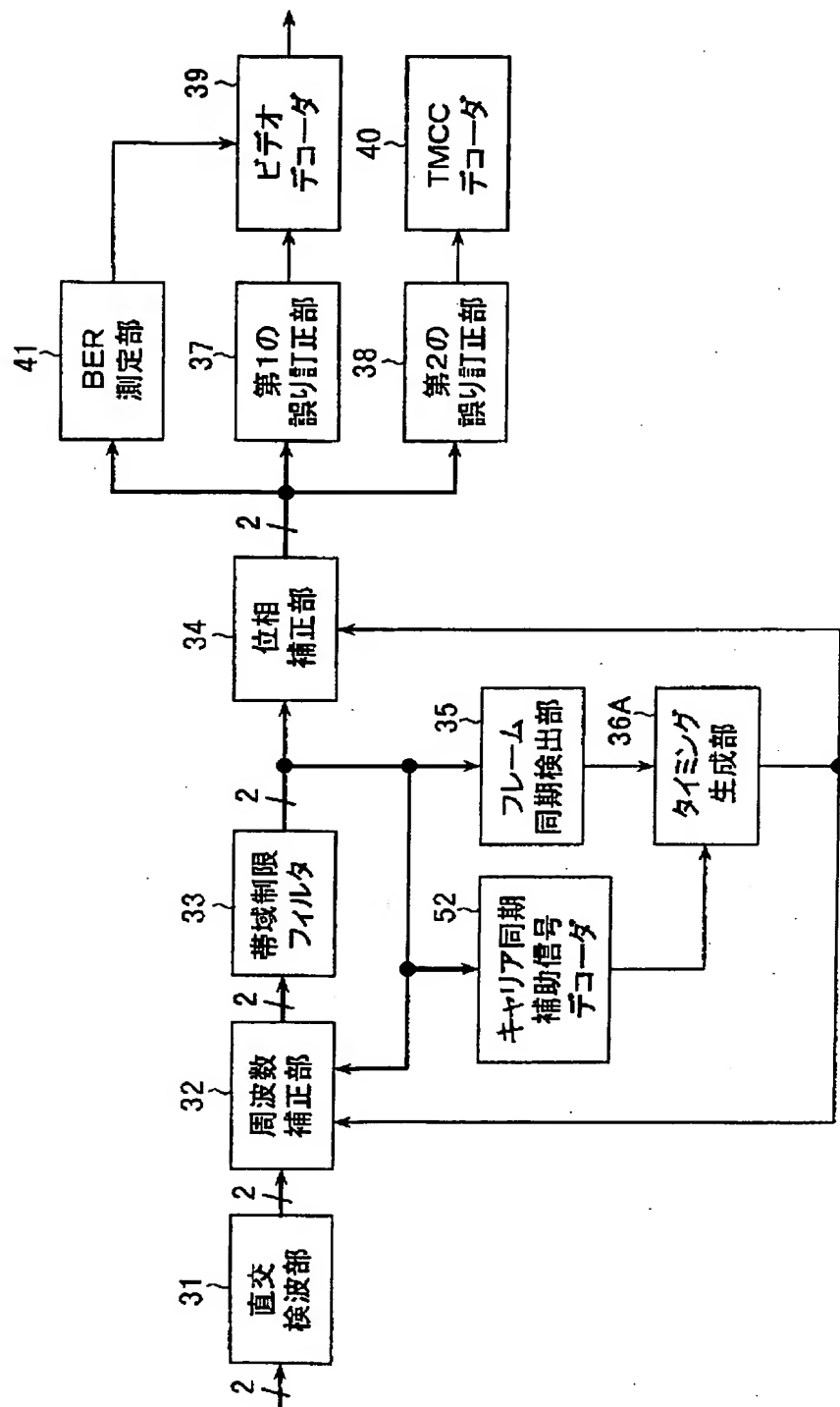
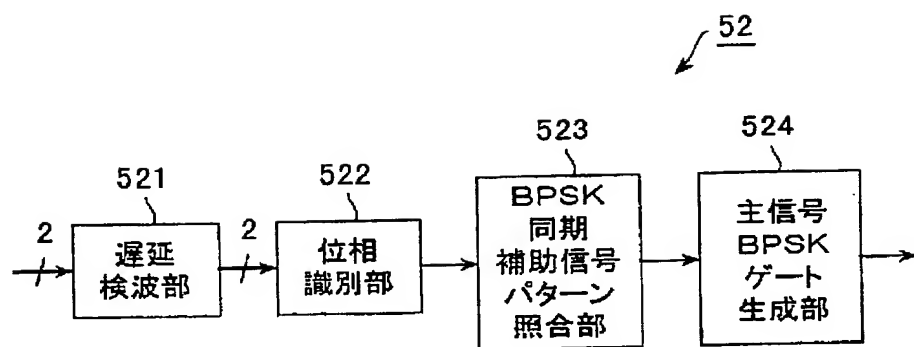


図 75



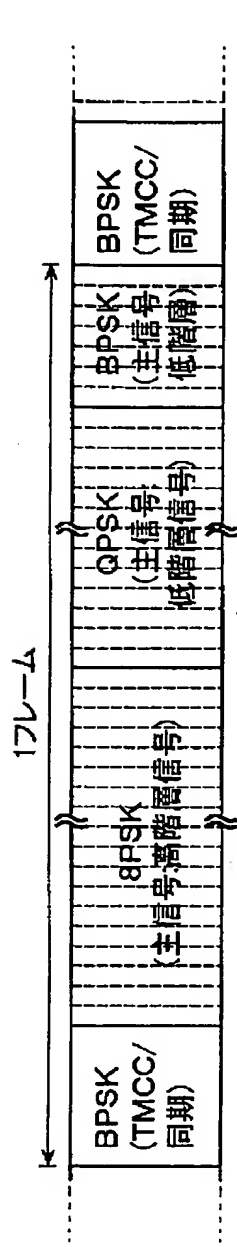


図 76 (a) 通信フレーム

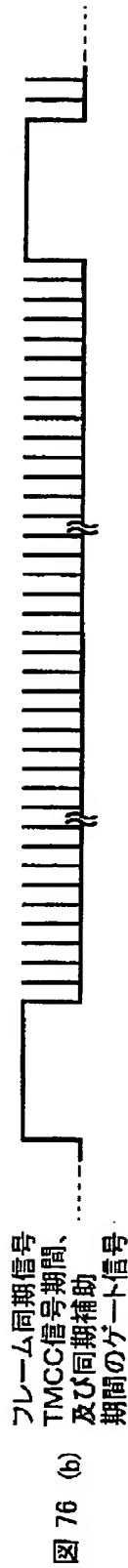


図 76 (b)



図 76 (c)

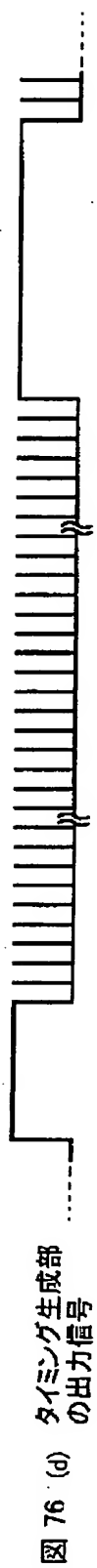


図 76 (d)

図 77

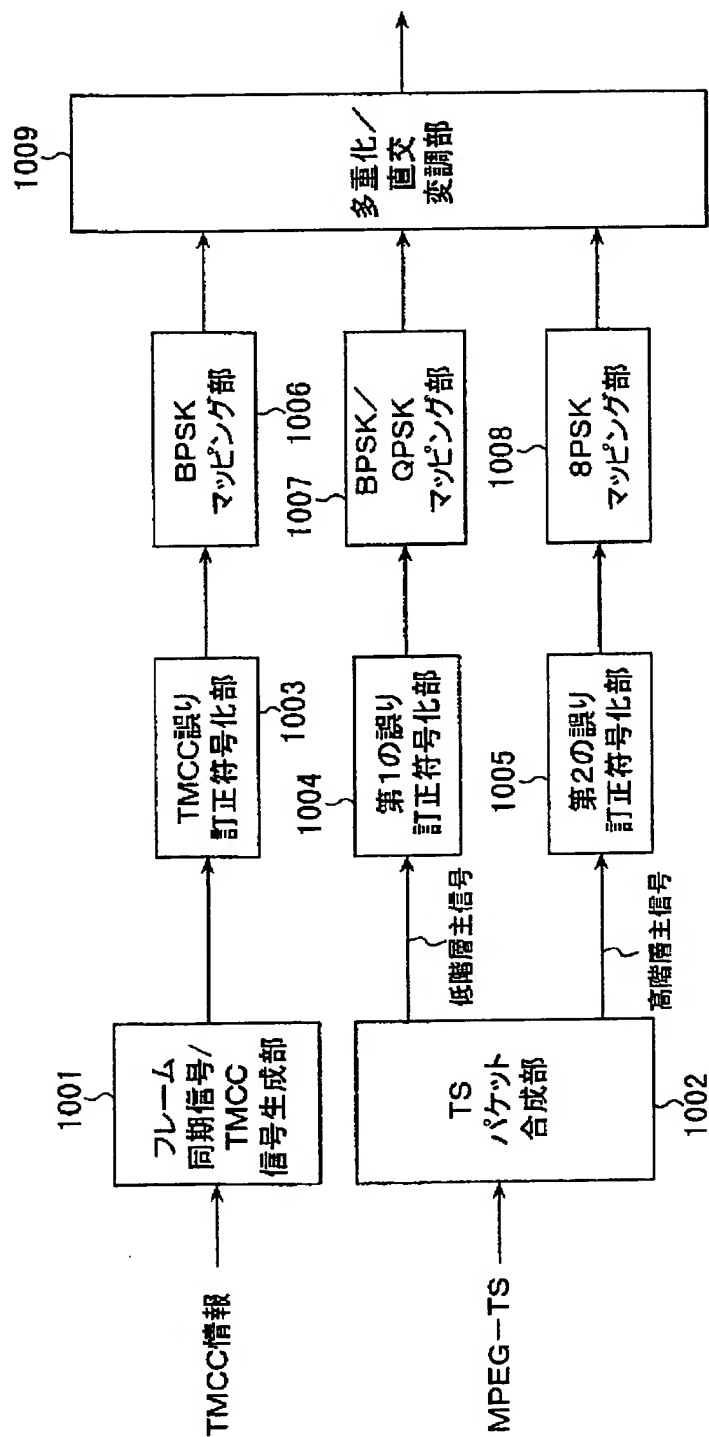


図 78

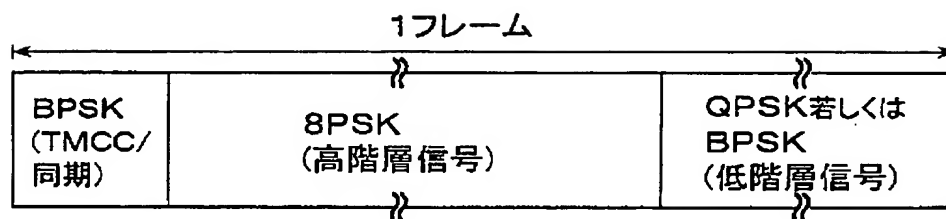


図 79 (a)

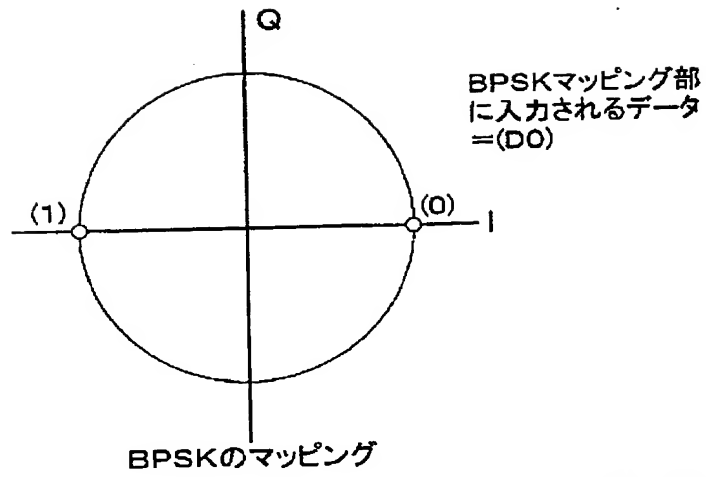


図 79 (b)

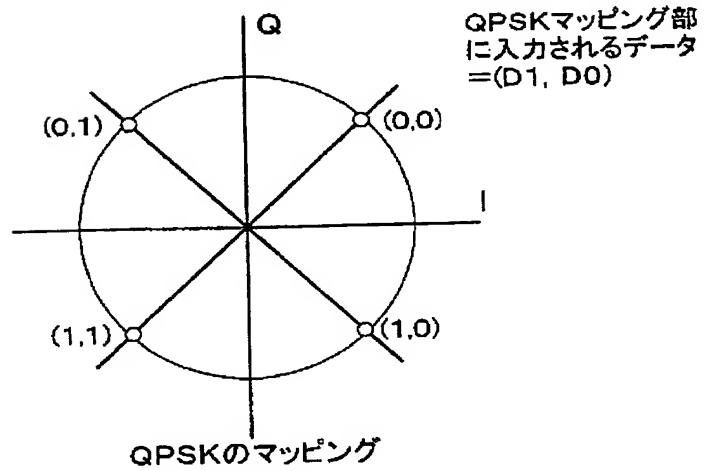


図 79 (c)

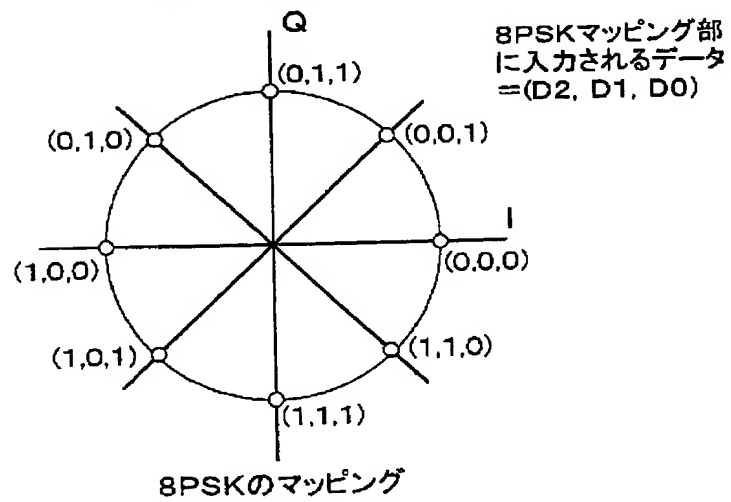


図 80 (a) TS-パケット

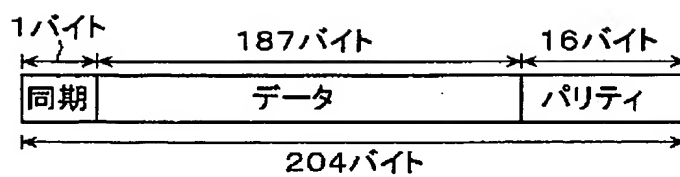
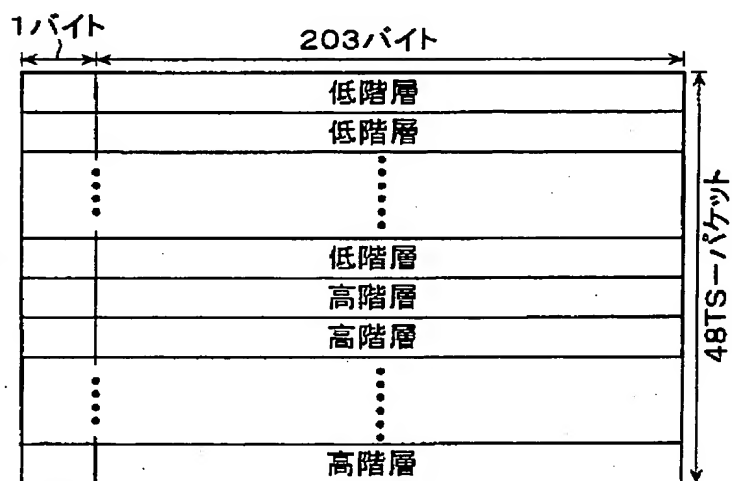


図 80 (b) フレーム構成



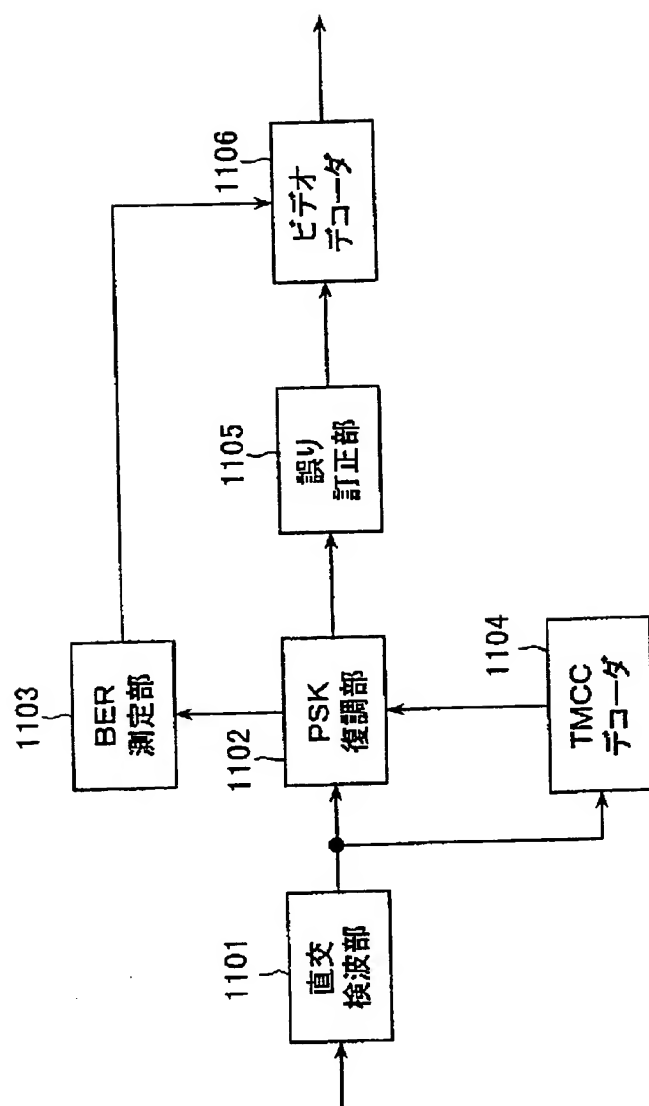


図 81

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP98/04147

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁶ H04L27/18		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁶ H04L27/00-27/38		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1998 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PA	JP, 9-321813, A (Nippon Hoso Kyokai), 12 December, 1997 (12. 12. 97), Page 6, left column, line 38 to page 7, left column, line 40 ; page 7, right column, line 20 to page 8, left column, line 10 ; Figs. 2, 3, 9, 10 (Family: none)	1-65
PA	JP, 10-215291, A (Kenwood Corp.), 11 August, 1998 (11. 08. 98), Page 7, right column, lines 32 to 43 ; Fig. 1 (Family: none)	9-65
A	JP, 8-330910, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 December, 1996 (13. 12. 96), Page 3, left column, line 6 to page 4, right column, line 1 ; Figs. 1, 3 & EP, 735730, A2 & US, 5734972, A	1-65
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 December, 1998 (15. 12. 98)		Date of mailing of the international search report 22 December, 1998 (22. 12. 98)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/04147

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 3-102943, A (Fujitsu Ltd.), 30 April, 1991 (30. 04. 91), Page 3, upper right column, lines 6 to 14 ; Fig. 1 (Family: none)	10, 15, 16, 23-39, 41, 46, 47, 54-65
A	JP, 6-14069, A (Hitachi, Ltd.), 21 January, 1994 (21. 01. 94), Page 4, right column, lines 10 to 15 ; Fig. 1 (Family: none)	11, 13, 15, 23, 25, 27, 28, 30, 32-39, 42, 44, 46, 54, 56, 58, 59, 61, 63-65
A	JP, 5-236042, A (NEC Corp.), 10 September, 1993 (10. 09. 93), Page 4, left column, lines 20 to 28 ; Fig. 1 (Family: none)	13-16, 23-39, 44-47, 54-65

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ H04L27/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ H04L27/00-27/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1998

日本国公開実用新案公報 1971-1998

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	J P, 9-321813, A (日本放送協会), 12. 12月. 1997 (12. 12. 97), 第6頁左欄第38行目-第7頁左欄第40行目, 第7頁右欄第20行目-第8頁左欄第10行目, 第2図, 第3図, 第9図, 第10図 (ファミリーなし)	1-65
PA	J P, 10-215291, A (株式会社ケンウッド), 11. 8月. 1998 (11. 08. 98), 第7頁右欄第32行目-第43行目, 第1図 (ファミリーなし)	9-65
A	J P, 8-330910, A (松下電器産業株式会社), 13. 12月. 1996 (13. 12. 96), 第3頁左欄第6行目-第4頁右欄第1行目, 第1図, 第3図&EP, 735730, A2&U	1-65

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 12. 98

国際調査報告の発送日

22.12.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北村 智彦

5K

9647

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き). 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
	S, 5734972, A	
A	JP, 3-102943, A (富士通株式会社), 30. 4月. 1991 (30. 04. 91), 第3頁右上欄第6行目-第14行目, 第1図 (ファミリーなし)	10, 15, 16, 23-39, 41, 46, 47, 54-65
A	JP, 6-14069, A (株式会社日立製作所), 21. 1月. 1994 (21. 01. 94), 第4頁右欄第10行目-第15行目, 第1図 (ファミリーなし)	11, 13, 15, 23, 25, 27, 28, 30, 32-39, 42, 44, 46, 54, 56, 58, 59, 61, 63-65
A	JP, 5-236042, A (日本電気株式会社), 10. 9月. 1993 (10. 09. 93), 第4頁左欄第20行目-第28行目, 第1図 (ファミリーなし)	13-16, 23-39, 44-47, 54-65

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04L 27/18

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98801359.2

[43]公开日 1999年12月22日

[11]公开号 CN 1239621A

[22]申请日 98.9.16 [21]申请号 98801359.2

[30]优先权

[32]97.9.19 [33]JP [31]254544/97

[32]97.12.2 [33]JP [31]332236/97

[86]国际申请 PCT/JP98/04147 98.9.16

[87]国际公布 WO99/16223 日 99.4.1

[85]进入国家阶段日期 99.5.17

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府门真市

[72]发明人 林芳和 神野一平 大内干博

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 沈昭坤

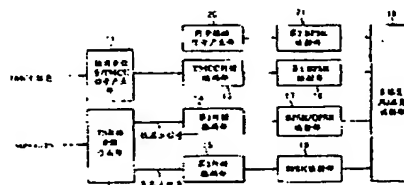
权利要求书 25 页 说明书 89 页 附图页数 74 页

[54]发明名称 调制、解调装置及其方法

[57]摘要

本发明的目的在于提供一种对时分多路复用的 n 相 PSK 调制信号,在低 C/N 时,解调装置的载波同步可稳定且高速进行的调制/解调装置及其方法。

在调制装置中,在作为调制方式切换的最小单位的数据分组周期中进行时分多路复用,使在各数据分组中插入 BPSK 调制的载波同步辅助信号或叠加差分编码的下一数据分组 PSK 调制信号相位数信息的载波同步辅助信号。在解调装置中,选出该 BPSK 调制的载波同步辅助信号及 BPSK 调制的主信号部分,进行载波再生。



ISSN 1000-4274

专利文献出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种调制装置, 对作为通信对象的多个数据施加该数据各层有不同传输效率的相位调制, 并产生预定的固定长的通信帧, 其特征在于, 该调制装置包括:

对所述多个数据的各个数据, 施加与数据内容对应的相位调制从而产生调制信号的相位调制手段;

采用施加于所述数据的多种相位调制中相位数最少的相位调制, 即最小相位调制, 产生已施加相位调制的载波同步辅助信号的信号产生手段;

时分多路复用所述调制信号及载波同步辅助信号, 使所述载波同步辅助信号在所述通信帧内等时间间隔分布的多路复用手段。

2. 如权利要求 1 所述的调制装置, 其特征在于, 使所述载波同步辅助信号 2 个码元以上连续, 并加以时分多路复用。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的调制装置, 其特征在于, 所述载波同步辅助信号叠加识别对所述通信帧内的时分多路复用位置为下一数据分组的调制信号所加相位调制的识别信息。

4. 如权利要求 3 所述的调制装置, 其特征在于, 进一步包括对输入信号施加差分编码然后加以输出的差分编码手段;

所述信号产生手段产生载波同步辅助信号, 对所述差分编码手段中差分编码后的信号, 施加所述数据所加多种相位调制中的所述最小相位调制。

5. 一种调制方法, 对作为通信对象的多个数据施加该数据各层有不同传输效率的相位调制, 并产生预定的固定长的通信帧, 其特征在于包括下述步骤: 采用施加于所述数据的多种相位调制中相位数最少的相位调制, 即最小相位调制, 产生已施加相位调制的载波同步辅助信号; 进行时分多路复用使所述载波同步辅助信号在所述通信帧内等时间间隔分布。

6. 如权利要求 5 所述的调制方法, 其特征在于, 使所述载波同步辅助信号 2 个码元以上连续, 并加以时分多路复用。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的调制方法, 其特征在于, 所述载波同步辅助信号叠加识别对所述通信帧内的时分多路复用位置为下一数据分组的调制信号所加相位调制的识别信息。

8. 如权利要求 7 所述的调制方法, 其特征在于, 通过对差分编码后的信号施加所述数据所加多种相位调制中的所述最小相位调制, 产生所述载波同步辅助信号。

9. 一种接收时分多路复用通信帧的解调装置, 该时分多路复用使多种相位调制信号, 在所述通信帧内, 与采用相位数最少的相位调制, 即最小相位调制, 施加相位调制的载波同步辅助信号一起等时间间隔分布, 其特征在于, 该解调装置包括:

检测所述通信帧内预定信号段的频率误差, 进行频率偏移修正的频率修正手段;

检测所述通信帧内预定信号段的相位误差, 进行相位偏移修正的相位修正手段;

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号, 采用延迟检波检测所述通信帧的同步信号, 从而检测帧首位置的帧同步检测手段;

产生定时信号的定时信号产生手段, 该定时信号根据所述帧同步检测手段检测的所述帧的首部位置, 至少施加所述最小相位调制的帧段中检测所述载波同步辅助信号的帧段即同步信号段, 并提供该同步信号段;

所述频率修正手段及相位修正手段, 在定时信号提供的所述同步信号段, 进行根据所述最小相位调制的修正动作。

10. 如权利要求 9 所述的解调装置, 其特征在于, 进一步包括:

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号、检测频率引入状态, 以判断是否所述相位修正手段伪同步的频率的频率引入检测手段;

相位修正复位手段, 完成所述频率修正手段的频率修正, 达到在所述频率引入检测手段的判断结果为不是所述相位修正手段伪同步的频率时, 对所述相位修正手段进行初始化。

11. 如权利要求 9 所述的解调装置, 其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的相位同步检测手段;

检测所述帧同步信号中所含的传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

由所述相位同步检测手段和所述纠错检测手段的检测结果,判定是否伪同步的伪同步判定手段;

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时,对所述相位修正手段进行初始化的相位修正复位手段。

12. 如权利要求 9 所述的解调装置,其特征在于还包括:输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的第 1 相位同步检测手段;

输入所述相位修正手段的输出信号、检测所述帧同步信号中所含传输控制信号段即 TMCC 信号段的相位同步状态的第 2 相位同步检测手段;

由所述第 1 相位同步检测手段及所述第 2 相位同步检测手段的检测结果,判定是否伪同步的伪同步判定手段;

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时,使所述相位修正手段初始化的相位修正复位手段。

13. 如权利要求 9 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述载波同步辅助信号段相位同步状态的相位同步检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

由所述相位同步检测手段及所述纠错检测手段的检测结果,判定是否伪同步的伪同步判定手段;

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时,使所述相位修正手段的输入频率分级变化的频率分级变化手段。

14. 如权利要求 9 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的第 1 相位同步检测手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述帧同步信号中所含传输控制信号段即 TMCC 信号段的相位同步状态的第 2 相位同步检测手段;

由所述第 1 相位同步检测手段及所述第 2 相位同步检测手段的检测结果,判定是否伪同步的伪同步判定手段;

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时,使所述相位修正手段的输入频率分级变化的频率分级变化手段。

15. 如权利要求 13 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号,检测频率引入状态,并判断是否所述相位修正手段伪同步的速率的频率引入检测手段;

完成所述频率修正手段的频率修正,达到所述频率引入检测手段的判断结果为不是所述相位修正手段伪同步的速率时,使所述相位修正手段初始化的相位修正复位手段。

16. 如权利要求 14 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号,检测频率引入状态,并判断是否所述相位修正手段伪同步的速率的频率引入检测手段;

完成所述频率修正手段的频率修正,达到所述频率引入检测手段的判断结果为不是所述相位修正手段伪同步的速率时,使所述相位修正手段初始化的相位修正复位手段。

17. 如权利要求 9 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测接收信号载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

门信号产生手段,该手段根据所述帧同步判定手段与所述 C/N 检测手段的检测结果及所述定时信号,在存在相位同步且相对于预定阈值 C/N 高的场合,产生提供所述通信帧全部帧段的门信号;在其它场合,产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制引起的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧中相位数最多的相位调制引起的相位误差后,根据所述门信号提供的帧段,进行修正动作。

18. 如权利要求 9 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号,输出解调模式信号的解调模式切替手段,所述解调模式信号相应于相位调制方式,切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段,该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果及所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号,在存在相位同步且纠错完成的场合,当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号,当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号,其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号;在存在相位同步且纠错完成以外的场合,产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式引起的相位误差后,按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

19. 如权利要求 9 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号,输出解调模式信号的解调模式切替手段,所述

解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时，产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未结束时，在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测所述最小相位调制引起的相位差，所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制引起的相位误差；在纠错结束时，检测按照所述解调模式信号的相位调制方式引起的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段，进行修正动作。

20. 如权利要求 9 所述的解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段和所述 BER 检测手段的检测结果及所述定时信号，在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号；在其它场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制引起的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制引起的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

21. 如权利要求 9 所述的解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧

同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错结束的场所, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错结束以外的场所, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

22. 如权利要求 9 所述的解调装置, 其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予

手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未完成时，在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制产生的相位差，所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差；在纠错完成时，在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

23. 如权利要求 10 至 16 中任一所述的解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

输入所述相位修正手段的输出信号，检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段和所述 C/N 检测手段的检测结果及所述定时信号，在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高的场合，产生提供所述通信帧全部帧段的门信号；上述场合外，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制产生的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

24. 如权利要求 10、12、14 或 16 所述解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号,输出解调模式信号的解调模式切替手段,所述解调模式信号相应于相位调制方式,切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段,该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果及所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号,在存在相位同步且纠错完成的场合,当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号,当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号,其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号;在存在相位同步且纠错完成以外的场合,产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后,按照所述门信号提供的帧段进行修正动作,

25. 如权利要求 11、13 或 15 所述的解调装置,其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果及所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号；在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错完成以外的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

26. 如权利要求 10、12、14 或 16 所述的解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

输入所述相位修正手段的输出信号，检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段；

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段；

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段；

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时，产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其它情况下则产生提供所述最

小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未完成时，在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位差，所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差；在纠错完成时，在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

27. 如权利要求 11、13 或 15 所述的解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

输入所述相位修正手段的输出信号，检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段；

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段；

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时，产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未完成时，在所述定时信号提供的所述同步信号

段中检测所述最小相位调制产生的相位差, 所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差; 在纠错完成时, 在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

28. 如权利要求 10 - 16 中任一所述的解调装置, 其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段和所述 BER 检测手段的检测结果及所述定时信号, 在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号; 在其它场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制引起的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制引起的相位误差后, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

29. 如权利要求 10、12、14、或 16 所述的解调装置, 其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和

所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第1门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第2门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错完成以外的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

30. 如权利要求 11、13 或 15 所述的解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段；

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段；

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第1门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第2门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错完成以外的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

31. 如权利要求 10、12、14 或 16 所述的解调装置，其特征在于还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧

同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号; 在相位不同步的场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段, 在纠错未完成时, 在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位差, 所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差; 在纠错完成时, 检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

32. 如权利要求 11、13 或 15 所述的解调装置, 其特征在于还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号; 在相位不同步的场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段, 在纠错未完成时, 在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制产生的相位差, 所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差; 在纠错完成时, 在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

33. 如权利要求 9 - 32 中任一所述的解调装置, 其特征在于:

所述帧同步检波手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

1 个或 2 个以上根据延迟检波的相位调制信号识别已传输信号的相位识别手段, 以及

核对所述 1 或 2 个以上相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的核对手段;

所述 1 或 2 个以上相位识别手段各自有与传送所述帧同步信号的相位调制对应的相位识别区域, 该 2 个以上相位识别区域各自施加不同的相位旋转, 而且并行设置;

所述核对手段对所述相位识别区域的相位旋转量不同的所述相位识别手段的各自输出，进行码型核对。

34. 如权利要求 9 ~ 32 中任一所述的解调装置，其特征在于：

所述帧同步检测手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

对延迟检波信号提供预定种类相位旋转的多个相位旋转手段、

对所述多个位相位旋转手段的各自输出进行相位识别的相位识别手段，以及

核对所述相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的核对手段；

所述相位识别手段具有与所述帧同步信号传送的相位调制对应的相位识别区域，并相对于延迟检波后提供不同相位旋转的各相位调制信号，识别传送的信号；

所述核对手段，对所述相位识别手段的各输出进行码型核对。

35. 如权利要求 9 ~ 32 中任一所述的解调装置，其特征在于：

所述帧同步检测手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

根据延迟检波的相位调制信号识别传送信号的相位识别手段、

旋转所述相位识别手段的识别相位的识别相位旋转手段，以及

核对所述相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的对照手段；

所述相位识别手段，具有与传送所述帧同步信号的相位调制对应的相位识别区域；所述相位旋转手段使所述相位识别手段的所述相位识别区域的相位旋转，直至通过所述对照手段检测出所述帧同步信号。

36. 如权利要求 9 ~ 32 中任一所述的解调装置，其特征在于：

所述帧同步检测手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

向延迟检波信号提供相位旋转的相位旋转手段、

输入所述相位旋转手段的输出，由延迟检波的相位调制信号识别传送的信号

的相位识别手段，以及

核对所述相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的核对手段；

使所述相位旋转手段的相位旋转，直至通过所述核对手段检出所述帧同步信

号。

37. 如权利要求 9 ~ 36 中任一所述的解调装置, 其特征在于还包括, 输入所述频率修正手段的输出信号, 对该输出信号的频带进行限制后向所述相位修正手段输出的频带限制滤波器; 所述帧同步检测手段, 输入频率修正手段、所述频带限制滤波器或所述相位修正手段的输出信号, 并检测所述帧首部位位置。

38. 如权利要求 9 ~ 37 中任一所述的解调装置, 其特征在于还备有信息检测手段, 该手段在所述载波同步辅助信号叠加识别相对于通信帧内时分多路复用位置为下一数据分组的调制信号所加相位调制的信息时, 根据所述信息检测施加所述最小相位调制的信号之帧段, 并向所述定时产生手段输出提供该最小相位调制帧段的信号;

所述定时产生手段产生提供所述同步信号段和提供所述最小相位调制帧段的定时信号。

39. 如权利要求 13 ~ 16 中任一所述的解调装置, 其特征在于, 设伪同步产生的频率为 $f_g(\text{HZ})$, 所述频率分级变化手段根据 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g(\text{HZ})$ ($n=1, 2, \dots$), 分级偏移输入至所述相位修正手段的频率。

40. 一种时分多路复用通信帧的解调方法, 该时分多路复用使多种相位调制信号, 在所述通信帧内, 与采用通信帧中相位数最少的相位调制, 即最小相位调制, 进行相位调制的载波同步辅助信号一起等时间间隔分布, 其特征在于, 该解调方法包括下述步骤:

通过检测所述通信帧的同步信号, 至少在施加所述最小相位调制的帧段中检测所述载波同步辅助信号段, 即同步信号段;

在所述同步信号段, 进行遵循所述最小相位调制的频率和相位的修正动作。

41. 如权利要求 40 所述的解调方法, 其特征在于, 还包括下述步骤:

检测频率引入状态, 判定是否伪同步产生的频率;

在所述判定步骤中的判断结果是不产生伪同步的频率时, 使相位修正动作初始化。

42. 如权利要求 40 所述的解调方法, 其特征在于还包括下述步骤:

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状

态;

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的纠错状态, 判定是否伪同步;

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时, 进行相位修正动作初始化.

43. 如权利要求 40 所述的解调方法, 其特征在于还包括下述步骤:

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步的状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的帧段的相位同步状态;

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的相位同步状态, 判定是否伪同步;

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时, 进行相位修正动作初始化.

44. 如权利要求 40 所述的解调方法, 其特征在于还包括下述步骤:

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的纠错状态, 判定是否伪同步;

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时, 使进行相位修正动作的频率分级变化.

45. 如权利要求 40 所述的解调方法, 其特征在于还包括下述步骤:

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的帧段的相位同步状态;

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的相位同步状态, 判定是否伪同步;

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时, 使进行相位修正动作的频率分级变化.

46. 如权利要求 44 所述的解调方法, 其特征在于还包括下述步骤:

检测频率引入状态, 判定是否伪同步产生的频率;

门限值与预定的第2门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第2门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作；

在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于所述第1门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外，检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

51. 如权利要求40所述的解调方法，其特征在于还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

52. 如权利要求40所述的解调方法，其特征在于，还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第1门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第1门限值与预定的第2门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第2门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

53. 如权利要求40所述的解调方法，其特征在于，还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作;

在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外, 检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

54. 如权利要求 41 - 47 中任一所述的解调方法, 其特征在于, 还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

55. 如权利要求 41、43、45 或 47 所述的解调方法, 其特征在于, 还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1

门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

56. 如权利要求 42、44 或 46 所述的解调方法, 其特征在于还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

57. 如权利要求 41、43、45 或 47 所述的解调方法, 其特征在于, 还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作;

在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外, 检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差, 然后进

行相位修正动作。

58. 如权利要求 42、44 或 46 所述的解调方法，其特征在于，还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作；

在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外，检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

59. 如权利要求 41 - 47 中任一所述的解调方法，其特征在于，还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

60. 如权利要求 41、43、45 或 47 所述的解调方法，其特征在于，还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状

态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

61. 如权利要求 42、44 或 46 所述的解调方法, 其特征在于, 还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

62. 如权利要求 41、43、45 或 47 所述的解调方法, 其特征在于, 还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相

对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作;

在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外, 检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

63. 如权利要求 42、44 或 46 所述的解调方法, 其特征在于, 还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作;

在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外, 检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

64. 如权利要求 40 ~ 63 中任一所述的解调方法, 其特征在于, 在所述载波同步辅助信号叠加识别对所述帧内的时分复用位置为下一数据分组的调制信号所加相位调制的信息时, 根据所述信息, 检测施加所述最小相位调制的信号之帧段, 向产生所述定时信号的步骤输出提供该最小相位调制帧段的信号, 以生成所述定时信号的步骤, 产生提供所述同步信号段和提供所述最小相位调制帧段的定时信号。

65. 如权利要求 44 ~ 47 中任一所述的解调方法, 其特征在于, 所述分级变化所述频率的步骤, 设伪同步产生的频率为 $f_g(\text{HZ})$ 时, 根据 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g(\text{HZ})$ ($n=1, 2, \dots$) 使进行相位修正动作的频率分级偏移。

说明书

调制、解调装置及其方法

技术领域

本发明涉及调制、解调装置及其方法，更具体地涉及数字卫星广播系统中所使用的调制、解调装置及其方法。

背景技术

以往，作为数字卫星广播系统中使用的调制装置和方法，已知有加藤桥本著的“卫星 ISDB 传输方式的探讨”(图像信息媒体学会技术报告 BCS 97-12(1997年3月))(下文称为已有文献)中所记载的。

在该已有文献记载的调制装置及方法中，可独立传输2个数据流。即，对低层信号与高层信号各自独立地进行纠错，低层信号与高层信号均集中成适当数量的数据分组从而构成数据分组总数为恒定值的帧。其中，以往的调制装置，对低层信号施加 BPSK(Binary Phase Shift Keying; 二相移相键控; 二相相位调制)或 QPSK (Quaternary Phase Shift Keying, 四相移相键控; 四相相位调制)，对高层信号施加 8-PSK(八相移相键控; 八相相位调制)，以时分多路复用进行传输。又，以往的调制装置施加 BPSK 进行传输，使即使最低 C/N(载波功率/噪声功率)也能稳定接收帧同步信号与表示帧内各层划分与各层调制方式的传输复用控制(TMCC: Transmission Multiplexing Configuration Control)信号。

下面，采用图 77 - 图 80，简单说明该以往的调制装置和方法。图 77 是表示以往调制装置构成的框图。图 78 是由以往解调装置输出的通信帧的构造图。图 79 是 BPSK、QPSK 及 8PSK 的码配置映射图。图 80 是表示以往调制装置及方法中，MPEG 数据构造及帧构造的图。

图 77 中，以往调制装置备有：帧同步信号/TMCC 信号产生部 1001、TS 数据分组合成部 1002、TMCC 纠错编码部 1003、第 1 纠错编码部 1004、第 2 纠错编码部 1005、BPSK 映射部 1006、BPSK/QPSK 映射部 1007、8PSK 映射部 1008、多路复用/正交调制部 1009。

帧同步信号/TMCC 信号产生部 1001 根据输入的 TMCC 信息产生帧同步信号/TMCC 信号。该帧同步信号/TMCC 信号在 TMCC 纠错编码部 1003 中进行纠错编码后，输入至 BPSK 映射部 1006。BPSK 映射部 1006 把输入的帧同步信号及 TMCC 信号映射成图 79(a)所示的 BPSK 码配置，向多路复用/正交调制部 1009 输出。

TS 数据分组合成部 1002 合成输入的多个 MPEG-TS 数据分组(图 80(a))，从而生成由低层信号的数据分组群与高层信号的数据分组群构成的、数据分组总数为恒定值的帧(图 80(b))。在该帧中，低层信号的数据分组群在第 1 纠错编码部 1004 中进行纠错编码后，输入至 BPSK/QPSK 映射部 1007。BPSK/QPSK 映射部 1007 把输入的低层信号映射成图 79(a)所示的 BPSK 码配置或 79(b)所示的 QPSK 码配置，向多路复用/正交调制部 1009 输出。另一方面，上述帧内，高层信号的数据分组群，在第 2 纠错编码部 1005 中进行纠错编码后，输入至 8PSK 映射部 1008。8PSK 映射部 1008 把输入的高层信号映射成图 79(c)所示的 8PSK 码配置，向多路复用/正交调制部 1009 输出。

多路复用/正交调制部 1009 对各映射部输入的各路信号，按图 78 所示排列作时分多路复用，生成通信帧后，进行正交调制，向解调装置输出。由如图 78 可知，多路复用/正交调制部 1009 将施加 BPSK 的帧同步信号及 TMCC 信号、施加 8PSK 的高层信号数据分组群及施加 BPSK 或 QPSK 的低层信号数据分组群作为 1 个单元，进行时分多路复用，生成通信帧。

下面，参照图 81，说明输入上述已有调制装置中生成的通信帧进行解调的解调装置。图 81 是以往解调装置的构成框图。

在图 81 中，以往的解调装置包括正交检波部 1101、PSK 解调部 1102、BER (Bit Error Rate)(误码率)检测部 1103、TMCC 解码器 1104、纠错部 1105、视频解码器 1106。

解调装置发送的通信帧输入正交检波部 1101。正交检波部 1101，通过内部的本机振荡器，对输入的通信帧内的各信号进行正交检波，并使之数字化后，向 PSK 解调部 1102 及 TMCC 解码器 1104 输出。

首先，PSK 解调部 1102，把输入的通信帧的各信号当作全都施加 8PSK 的信号，进行频率修正和相位修正，解调成 I、Q 信号。TMCC 解码器 1104，在

该状态下检测施加 BPSK 的帧同步信号、识别通信帧首部的同时，检测 PSK 解调部 1102 在 8 个相位中的哪个相位进行相位同步。通过检测帧同步信号后续的 TMCC 信号，TMCC 解码器 1104 识别各层信号所施加的相位调制的构成，把相位修正所用相位误差检测中的解调装置侧的相位基准，切换成与各相位调制相应的基准。

PSK 解调部 1102，根据已解调的 I、Q 信号在 8 个相位中哪个相位取得同步的相位信息，重新映射，变换成绝对相位化的 I、Q 信号，向后级的纠错部 1105 输出。

纠错部 1105 具有 2 个独立系统的纠错电路，它根据解码的 TMCC 信号，把 PSK 解调部 1102 解调的信号以数据分组为单位加以分配并纠错后，进行操作，使时间轴上改变排列以作时分多路传输的数据分组顺序返回原状。其输出送至视频解码器 1106。

BER 检测部 1103，对施加格状编码(一种纠错编码)的已解调的 8PSK 信号进行格状解码而得到的信号，再次进行格状编码后，与解调的 8PSK 信号比较，由此，监测高层信号的 BER。结果，当判断高层解码图像的质量低于允许值时，BER 检测部 1103，对视频解码器 1106 控制信号，使相对于传输路径质量劣化，输出高稳健性的低层图像信号。

通过上述处理，以往的调制、解调方法，在接收过程中，即使由于降雨等而使传输路径质量劣化，也可继续提供视听服务。

由上所述，在以往的调制装置中，对低层信号和高层信号分别独立地进行纠错，而对低层信号和高层信号分别施加传输效率低但传输可靠性高的 BPSK 或 QPSK 和传输效率高但传输可靠性低的 8PSK，用时分多路复用发送。

与此对应，在上述以往的解调装置中，首先，把输入的通信帧的各信号视作全部施加 8PSK 的信号进行频率修正和相位修正。又，在载波同步后，解码 TMCC 信号，识别施加给各层信号的相位调制构成，对各信号进行解调，同时检测 BER，由此，可相对于传输路径的质量劣化，选择高稳健性的低层信号。

但是，在上述以往的解调装置中，存在下述缺陷：在不能进行 8PSK 解调(频率修正和相位修正)的低 C/N 时，进行电源接入和信道选择等操作的情况下，不能使载波同步，即，不能提供视听服务。

因而，本发明的目的在于提供一种即使在低 C/N 时进行解调装置的电源投入和信道选择等操作，也能稳定且高速地进行载波同步的调制、解调装置及其方法。

发明内容

本发明第 1 方面的一种调制装置，对作为通信对象的多个数据施加该数据各层有不同传输效率的相位调制，并产生预定的固定长的通信帧，该调制装置包括：

对所述多个数据的各个数据，施加与数据内容对应的相位调制从而产生调制信号的相位调制手段；

采用施加于所述数据的多种相位调制中相位数最少的相位调制，即最小相位调制，产生已施加相位调制的载波同步辅助信号的信号产生手段；

时分多路复用所述调制信号及载波同步辅助信号，使所述载波同步辅助信号在所述通信帧内等时间间隔分布的多路复用手段。

如上所述，根据本发明第 1 方面，在解调装置中，输出将辅助载波同步的信号用抗低 C/N 状态的最小相位调制加以调制后分散插入数据分组内的通信帧。由此，在解调装置中，即使低 C/N 状态，也可采用分散在数据分组内的载波同步辅助信号，高速、稳定地进行载波同步。

本发明第 2 方面，在第 1 方面的调制装置中，使所述载波同步辅助信号 2 个码元以上连续，并加以时分多路复用。

如上所述，本发明第 2 方面规定第 1 方面的载波同步辅助信号的典型时分复用形态。

本发明第 3 方面，在第 1 或第 2 方面的调制装置中，所述载波同步辅助信号叠加识别对所述通信帧内的时分多路复用位置为下一数据分组的调制信号所加相位调制的识别信息。

如上所述，根据本发明第 3 方面，在第 1 和第 2 方面中，叠加定义下一数据分组调制方式信息的解调装置中，输出将辅助载波同步的信号用抗低 C/N 状态的最小相位调制加以调制后，分散插入数据分组内的通信帧。由此，在解调装置中，即使低 C/N 状态，也可采用分散在数据分组内的载波同步辅助信号及施加最小相

位调制的主信号，高速、稳定地进行载波同步。

本发明第4方面，在第3方面的调制装置中，进一步包括对输入信号施加差分编码然后加以输出的差分编码手段；

所述信号产生手段产生载波同步辅助信号，对所述差分编码手段中差分编码后的信号，施加所述数据所加多种相位调制中的所述最小相位调制。

如上所述，根据本发明第4方面，在第3方面中，叠加定义下一数据分组的调制方式信息的解调装置内，施加差分编码后，产生辅助载波同步的信号。由此，在解调装置中，即使处于载波不同步状态，也能解码调制方式信息。

本发明第5方面的一种调制方法，对作为通信对象的多个数据施加该数据各层有不同传输效率的相位调制，并产生预定的固定长的通信帧，该方法包括下述步骤：采用施加于所述数据的多种相位调制中相位数最少的相位调制，即最小相位调制，产生已施加相位调制的载波同步辅助信号；进行时分多路复用使所述载波同步辅助信号在所述通信帧内等时间间隔分布。

如上所述，根据本发明第5方面，在进行解调操作时，建立将辅助载波同步的信号用抗低 C/N 状态的最小相位调制加以调制后，分散插入数据分组的通信帧。由此，在进行解调操作时，即使处于低 C/N 状态，也可采用分散在数据分组内的载波同步辅助信号，高速、稳定地进行载波同步。

本发明第6方面，在第5方面的调制方法中，使所述载波同步辅助信号2个码元以上连续，并加以时分多路复用。

如上所述，本发明第6方面，规定第5方面的载波同步辅助信号的典型时分多路复用形态。

本发明第7方面，在第5或6方面的调制方法中，所述载波同步辅助信号叠加识别对所述通信帧内的时分多路复用位置为下一数据分组的调制信号所加相位调制的识别信息。

如上所述，根据本发明第7方面，在第5及第6方面中，进行解调操作时，输出将辅助载波同步的信号用抗低 C/N 状态的最小相位调制加以调制后，分散插入数据分组内的通信帧，而且该载波同步辅助信号叠加定义下一个数据分组调制方式的信息。由此，在进行解调操作时，即使处于低 C/N 状态，也能使用分散在数据分组内的载波同步辅助信号和施加最小相位调制的主信号，高速、稳定地进

行载波同步。

本发明第 8 方面，在第 7 方面的调制方法中，通过对差分编码后的信号施加所述数据所加多种相位调制中的所述最小相位调制，产生所述载波同步辅助信号。

如上所述，根据本发明第 8 方面，在第 7 方面中，进行解调操作时，施加差分编码后，产生辅助载波同步的信号，该信号叠加定义下一数据分组调制方式的信息。由此，在进行解调操作时，即使载波不同步，也能解调调制方式信息。

本发明第 9 方面的一种接收时分多路复用通信帧的解调装置，该时分多路复用使多种相位调制信号，在所述通信帧内，与采用相位数最少的相位调制，即最小相位调制，施加相位调制的载波同步辅助信号一起等时间间隔分布，该解调装置包括：

检测所述通信帧内预定信号段的频率误差，进行频率偏移修正的频率修正手段；

检测所述通信帧内预定信号段的相位误差，进行相位偏移修正的相位修正手段；

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号，采用延迟检波检测所述通信帧的同步信号，从而检测帧首位置的帧同步检测手段；

产生定时信号的定时信号产生手段，该定时信号根据所述帧同步检测手段检测的所述帧的首部位置，至少施加所述最小相位调制的帧段中检测所述载波同步辅助信号的帧段即同步信号段，并提供该同步信号段；

所述频率修正手段及相位修正手段，在定时信号提供的所述同步信号段，进行根据所述最小相位调制的修正动作。

如上所述，根据本发明第 9 方面，采用在时分多路复用的相位调制中含分散配置于数据分组中的载波同步辅助信号的最小相位调制信号，进行频率修正和相位修正(载波再生)，由此，即使低 C/N 状态，也可高速、稳定地进行载波同步。

本发明第 10 方面，在第 9 方面解调装置中，进一步包括：

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号、检测频率引入状态，以判断是否所述相位修正手段伪同步的频段的频率引入检测手段；

相位修正复位手段，完成所述频率修正手段的频率修正，达到在所述频率引

入检测手段的判断结果为不是所述相位修正手段伪同步的频率时，对所述相位修正手段进行初始化。

如上所述，根据本发明第 10 方面，在第 9 方面中，设置频率引入检测手段，并在频率修正手段中进行频率修正，直至不是相位修正手段伪同步的频率，然后使相位修正手段初始化并再动作。由此，在频率修正手段进行的频率引入过程中，可避免相位修正手段的伪同步。

本发明第 11 方面，在第 9 方面的解调装置，还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的相位同步检测手段；

检测所述帧同步信号中所含的传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态的纠错检测手段；

由所述相位同步检测手段和所述纠错检测手段的检测结果，判定是否伪同步的伪同步判定手段；

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时，对所述相位修正手段进行初始化的相位修正复位手段。

由上所述，根据本发明第 11 方面，在第 9 方面中，进行载波同步辅助信号段的相位同步检测及 TMCC 信号可否纠错检测，由该检测结果判断是否正常同步。在伪同步时，使相位修正手段初始化后再动作。由此，在频率修正手段进行的频率引入过程中，可避免相位修正手段的伪同步。

本发明第 12 方面，在第 9 方面的解调装置中还包括：输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的第 1 相位同步检测手段；

输入所述相位修正手段的输出信号、检测所述帧同步信号中所含传输控制信号段即 TMCC 信号段的相位同步状态的第 2 相位同步检测手段；

由所述第 1 相位同步检测手段及所述第 2 相位同步检测手段的检测结果，判定是否伪同步的伪同步判定手段；

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时，使所述相位修正手段初始化的相位修正复位手段。

如上所述，根据本发明第 12 方面，在第 9 方面中，进行载波同步辅助信号

段的相位同步检测及帧同步信号/TMCC 信号段的相位同步检测, 由该检测结果判断是否正常同步。又, 在伪同步时, 使相位修正手段初始化然后再动作。由此, 可避免在频率修正手段进行的频率引入过程中, 相位修正手段的伪同步。

本发明第 13 方面, 在第 9 方面的解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述载波同步辅助信号段相位同步状态的相位同步检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

由所述相位同步检测手段及所述纠错检测手段的检测结果, 判定是否伪同步的伪同步判定手段;

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时, 使所述相位修正手段的输入频率分级变化的频率分级变化手段。

如上所述, 根据本发明第 13 方面, 在第 9 方面中, 进行载波同步辅助信号段的相位同步检测及 TMCC 信号可否纠错检测, 由该检测结果判断是否正常同步。又, 在伪同步时, 控制频率修正手段的频率, 使相位修正手段中可正常同步。由此, 可在频率修正手段进行的频率引入过程中, 避免相位修正手段的伪同步。

本发明第 14 方面, 在第 9 方面的解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的第 1 相位同步检测手段;

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述帧同步信号中所含传输控制信号段即 TMCC 信号段的相位同步状态的第 2 相位同步检测手段;

由所述第 1 相位同步检测手段及所述第 2 相位同步检测手段的检测结果, 判定是否伪同步的伪同步判定手段;

在所述伪同步判定手段的判定结果是伪同步时, 使所述相位修正手段的输入频率分级变化的频率分级变化手段。

如上所述, 根据本发明第 14 方面, 在第 9 方面中, 进行载波同步辅助信号段的相位同步检测及帧同步信号/TMCC 信号段的相位同步检测, 由该检测结果, 判断是否正常同步。又, 在伪同步时, 控制频率修正手段的频率, 使相位修正手段中可正常同步。由此, 可避免在频率修正手段进行的频率引入过程中, 相位修

正手段的伪同步。

本发明第 15 方面，在第 13 方面的解调装置，还包括：

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号，检测频率引入状态，并判断是否所述相位修正手段伪同步的频率的频率引入检测手段；

完成所述频率修正手段的频率修正，达到所述频率引入检测手段的判断结果为不是所述相位修正手段伪同步的频率时，使所述相位修正手段初始化的相位修正复位手段。

本发明第 16 方面，在第 14 方面的解调装置中还包括：

输入所述频率修正手段或所述相位修正手段的输出信号，检测频率引入状态，并判断是否所述相位修正手段伪同步的频率的频率引入检测手段；

完成所述频率修正手段的频率修正，达到所述频率引入检测手段的判断结果为不是所述相位修正手段伪同步的频率时，使所述相位修正手段初始化的相位修正复位手段。

如上所述，根据本发明第 15 及 16 方面，在第 13 及第 14 方面中，进一步设置频率引入检测手段，在频率修正手段中进行频率修正，直至不是相位修正手段伪同步的频率，然后使相位修正手段初始化后再动作。由此，可避免在频率修正手段进行的频率引入过程中，相位修正手段的伪同步。

本发明第 17 方面，在第 9 方面解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态的帧同步判定手段；

输入所述相位修正手段的输出信号，检测接收信号载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段与所述 C/N 检测手段的检测结果及所述定时信号，在存在相位同步且相对于预定阈值 C/N 高的场合，产生提供所述通信帧全部帧段的门信号；在其它场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制引起的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧中相位数最多的相位调制引起的相位误差后，根据所述门信号提供的帧段，进行修正动作。

如上所述, 根据本发明第 17 方面, 在第 9 方面中, 检测最小相位调制信号段相位同步时的 C/N 状态, 当该 C/N 是预定电平时, 视为也对通信帧的主信号段作最大相位调制, 并进行相位误差修正。由此, 即使低 C/N 状态也可高速、稳定地进行载波同步, 同时, 可减轻解调信号的相位抖动的影响, 提高接收性能。

本发明第 18 方面, 在第 9 方面的解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果及所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错完成以外的场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式引起的相位误差后, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

如上所述, 根据本发明第 18 方面, 在第 9 方面中, 检测最小相位调制信号段相位同步时的 C/N 状态, 根据该 C/N 状态及按照解调模式信号的相位调制方式对应的基准相位, 在初始状态, 用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号段及载波同步辅助信号段, 进行相位修正, 相位同步后则该帧段以外的主信号调制帧段

也进行相位修正。由此，即使低 C/N 状态也可高速、稳定地进行载波同步，同时，可减轻主信号段中解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

本发明第 19 方面，在第 9 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

输入所述相位修正手段的输出信号，检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段；

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段；

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段；

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时，产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未结束时，在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测所述最小相位调制引起的相位差，所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制引起的相位误差；在纠错结束时，检测按照所述解调模式信号的相位调制方式引起的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段，进行修正动作。

如上所述，根据本发明第 19 方面，在第 9 方面中，检测最小相位调制信号

中相位同步时的 C/N 状态，当该 C/N 是预定电平时，视为在通信帧内同步信号段以外的全部帧段作最大相位调制，并进行相位误差修正，与此同时，根据与按照解调模式信号的相位调制方式对应的基准相位，在初始状态用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号周期及载波同步辅助信号段进行相位修正，在该周期以外的主信号调制段也进行相位修正，由此，即使低 C/N 状态，也可高速、稳定地进行载波同步，同时可减轻主信号段中解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

本发明第 20 方面，在第 9 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段和所述 BER 检测手段的检测结果及所述定时信号，在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号；在其它场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制引起的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制引起的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

如上所述，根据本发明第 20 方面，在第 9 方面中，根据 TMCC 信号的误码率，检测最小相位调制信号段中相位同步时的 C/N 状态，在该 C/N 状态是预定电平时，视为也对通信帧的主信号段作最大相位调制，并进行相位误差修正，由此，即使低 C/N 状态，也可高速、稳定地进行载波同步，同时，可减轻解调信号的相位抖动的影响，提高接收性能。

本发明第 21 方面，在第 9 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段；

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状

态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错结束的场所, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错结束以外的场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

如上所述, 根据本发明第 21 方面, 在第 9 方面中, 根据 TMCC 信号的误码率, 检测最小相位调制信号段中, 相位同步时的 C/N 状态, 根据该 C/N 状态及按照解调模式信号的相位调制方式对应的基准相位, 在初始状态, 用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号段及载波同步辅助信号段, 进行相位修正, 相位同步后则该帧段以外的主波号调制帧段也进行相位修正。由此, 即使低 C/N 状态也可高速、稳定地进行载波同步, 同时, 可减轻主信号段解调信号的相位抖动的影响, 提高接收性能。

本发明第 22 方面, 在第 9 方面的解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号; 在相位不同步的场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段, 在纠错未完成时, 在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制产生的相位差, 所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差; 在纠错完成时, 在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

如上所述, 根据本发明第 22 方面, 在第 9 方面中, 根据 TMCC 信号的误码率, 检测最小相位调制信号期间相位同步时的 C/N 状态, 在该 C/N 为预定电平时, 视为通信帧内同步信号段以外的全部帧段作最大相位调制, 并进行相位误差修正, 同时, 根据与按照解调模式信号的相位调制方式对应的基准相位, 在初始状态, 用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号段及载波同步辅助信号段, 进行相位修正, 相位同步后则该帧段以外的主信号的调制帧段也进行相位修正。由此, 即使低 C/N 状态, 也可高速、稳定地进行载波同步, 同时可减轻主信号段中解调信号的相位抖动的影响, 提高接收性能。

本发明第 23 方面, 在第 10 至 16 方面中任一所述的解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧

同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

门信号产生手段,该手段根据所述帧同步判定手段和所述 C/N 检测手段的检测结果及所述定时信号,在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高的场合,产生提供所述通信帧全部帧段的门信号;上述场合外,产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制产生的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差后,按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 24 方面,在第 10、12、14 或 16 方面所述解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号,检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号,检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号,输出解调模式信号的解调模式切替手段,所述解调模式信号相应于相位调制方式,切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段,该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果及所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号,在存在相位同步且纠错完成的场合,当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号,当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号,其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号;在存在相位同步且纠错完成以外的场合,产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 25 方面，在第 11、13 或 15 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

输入所述相位修正手段的输出信号，检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段；

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段；

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段；

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果及所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错完成以外的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 26 方面，在第 10、12、14 或 16 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

输入所述相位修正手段的输出信号，检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段；

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状

态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时, 产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号; 在相位不同步的场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段, 在纠错未完成时, 在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位差, 所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差; 在纠错完成时, 在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 27 方面, 在第 11、13 或 15 方面的解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测接收信号的载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 C/N 检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述

解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 C/N 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时，产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其它情况下则产生提供所述最小相位调制帧段及预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未完成时，在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位差，所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差；在纠错完成时，在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 28 方面，在第 10 - 16 中任一方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段和所述 BER 检测手段的检测结果及所述定时信号，在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号；在其它场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制引起的相位误差、在所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制引起的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 29 方面，在第 10、12、14、或 16 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧

同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段, 该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号, 在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号, 当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号, 其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定的调制信号段的门信号; 在存在相位同步且纠错完成以外的场合, 产生提供所述同步信号段的门信号;

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差, 按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 30 方面, 在第 11、13 或 15 方面的解调装置中还包括:

输入所述相位修正手段的输出信号, 检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段;

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段;

根据所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号, 输出解调模式信号的解调模式切替手段, 所述解调模式信号相应于相位调制方式, 切换所述相位修正手段的解调方式;

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定的调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错完成以外的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 31 方面，在第 10、12、14 或 16 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段；

检测所述帧同步信号中所含传输控制信号即 TMCC 信号纠错处理的纠错状态的纠错检测手段；

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段；

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在

相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未完成时，在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位差，所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差；在纠错完成时，检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正动作。

本发明第 32 方面，在第 11、13 或 15 方面的解调装置中还包括：

输入所述相位修正手段的输出信号，检测所述相位修正手段的相位同步的帧同步判定手段；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率状态即 C/N 状态的 BER 检测手段；

输出提供所述通信帧中所述同步信号段以外的各相位调制信号段的信号的信号段赋予手段；

根据所述帧同步判定手段及所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段输出的信号及所述定时信号，输出解调模式信号的解调模式切替手段，所述解调模式信号相应于相位调制方式，切换所述相位修正手段的解调方式；

门信号产生手段，该手段根据所述帧同步判定手段、所述 BER 检测手段和所述纠错检测手段的检测结果、所述信号段赋予手段的输出信号和所述定时信号，在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供施加所述最小相位调制的信号之帧段的门信号，其他情况下则产生提供所述最小相位调制帧段和预定调制信号段的门信号；在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时产生提供所述通信帧全部帧段的门信号，当相对于预定的第 2 门限值 C/N 低时产生提供所述同步信号段的门信号；在相位不同步的场合，产生提供所述同步信号段的门信号；

所述相位修正手段，在纠错未完成时，在所述定时信号提供的所述同步信号段中检测最小相位调制产生的相位差，所述同步信号段以外则检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差；在纠错完成时，在检测按照所述解调模式信号的相位调制方式产生的相位误差后，按照所述门信号提供的帧段进行修正

动作。

如上所述，本发明第 23 ~ 32 方面，是分别组合第 10 - 16 方面及第 17 - 第 22 方面构成的。因而，本发明第 23 ~ 第 32 方面，各自即使在低 C/N 状态，也可高速、稳定地进行载波同步，同时，可在频率修正手段进行频率引入的过程中，避免相位修正手段的伪同步，而且可减轻主信号段中解调信号相位抖动的影响，提高接收信号。

本发明第 33 方面，在第 9 - 32 中任一方面的解调装置中，

所述帧同步检波手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

1 个或 2 个以上根据延迟检波的相位调制信号识别已传输信号的相位识别手段，以及

核对所述 1 或 2 个以上相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的核对手段；

所述 1 或 2 个以上相位识别手段各自有与传送所述帧同步信号的相位调制对应的相位识别区域，该 2 个以上相位识别区域各自施加不同的相位旋转，而且并行设置；

所述核对手段对所述相位识别区域的相位旋转量不同的所述相位识别手段的各自输出，进行码型核对。

本发明第 34 方面，在第 9 - 32 中任一方面的解调装置中，

所述帧同步检测手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

对延迟检波信号提供预定种类相位旋转的多个相位旋转手段、

对所述多个相位旋转手段的各自输出进行相位识别的相位识别手段，以及核对所述相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的核对手段；

所述相位识别手段具有与所述帧同步信号传送的相位调制对应的相位识别区域，并相对于延迟检波后提供不同相位旋转的各相位调制信号，识别传送的信号；

所述核对手段，对所述相位识别手段的各输出进行码型核对。

本发明第 35 方面，在第 9 - 32 中任一方面的解调装置中，

所述帧同步检测手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

根据延迟检波的相位调制信号识别传送信号的相位识别手段、

旋转所述相位识别手段的识别相位的识别相位旋转手段，以及

核对所述相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的对照手段；

所述相位识别手段，具有与传送所述帧同步信号的相位调制对应的相位识别区域；所述相位旋转手段使所述相位识别手段的所述相位识别区域的相位旋转，直至通过所述对照手段检测出所述帧同步信号。

本发明第 36 方面，在第 9 - 32 中任一方面的解调装置中，

所述帧同步检测手段包括

对信号进行延迟检波的延迟检波手段、

向延迟检波信号提供相位旋转的相位旋转手段、

输入所述相位旋转手段的输出，由延迟检波的相位调制信号识别传送的信号
的相位识别手段，以及

核对所述相位识别手段的输出与所述帧同步信号二者的码型的核对手段；

使所述相位旋转手段的相位旋转，直至通过所述核对手段检出所述帧同步信号。

如上所述，本发明第 33 - 36 方面表示第 9 - 第 32 方面的帧同步检测手段的典型构成。由此，即使输入频率误差大，也可不产生延迟检波造成的帧同步检测的误动作，进行载波同步。

本发明第 37 方面，在第 9 - 36 中任一方面的解调装置中还包括，输入所述频率修正手段的输出信号，对该输出信号的频带进行限制后向所述相位修正手段输出的频带限制滤波器；所述帧同步检测手段，输入频率修正手段、所述频带限制滤波器或所述相位修正手段的输出信号，并检测所述帧首部位位置。

如上所述，本发明第 37 方面，在第 9 - 第 36 方面中，进一步增加对频率修正手段输出的相位调制信号进行频谱整形的频带限制滤波器。因而，本发明第 37 方面与第 9 - 第 36 方面各自效果相同。

本发明第 38，在第 9 - 37 中任一方面的解调装置中还备有信息检测手段，该手段在所述载波同步辅助信号叠加识别相对于通信帧内时分多路复用位置为

下一数据分组的调制信号所加相位调制的信息时, 根据所述信息检测施加所述最小相位调制的信号之帧段, 并向所述定时产生手段输出提供该最小相位调制帧段的信号;

所述定时产生手段产生提供所述同步信号段和提供所述最小相位调制帧段的定时信号。

如上所述, 根据本发明第 38 方面, 在第 9 ~ 第 37 方面中, 除时分多路复用的相位调制信号中, 含分散配置在数据分组内的载波同步辅助信号的最小相位调制信号外, 还用作最小相位调制的主信号, 进行频率修正和相位修正(载波再生)。由此, 即使低 C/N 状态, 也能高速且稳定地进行载波同步。

本发明第 39 方面, 在第 13 ~ 16 中任一方面的解调装置中, 设伪同步产生的频率为 $f_g(\text{HZ})$, 所述频率分级变化手段根据 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g(\text{HZ})$ ($n=1, 2, \dots$), 分级偏移输入至所述相位修正手段的频率。

如上所述, 根据本发明第 39 方面, 在第 13 ~ 第 16 方面中, 设以伪同步产生的频率 f_g 为分级变化的单位, 频率分级变化手段偏移频率, 使正负交替顺次变大。由此, 即使伪同步的场合, 可通过重复上述分级变化动作, 最终达到正常同步。

本发明第 40 方面的一种时分多路复用通信帧的解调方法, 该时分多路复用使多种相位调制信号, 在所述通信帧内, 与采用通信帧中相位数最少的相位调制, 即最小相位调制, 进行相位调制的载波同步辅助信号一起等时间间隔分布, 该解调方法包括下述步骤:

通过检测所述通信帧的同步信号, 至少在施加所述最小相位调制的帧段中检测所述载波同步辅助信号段, 即同步信号段;

在所述同步信号段, 进行遵循所述最小相位调制的频率和相位的修正动作。

如上所述, 根据本发明第 40 方面, 在时分多路复用的相位调制信号中, 采用含分散配置在数据分组中的载波同步辅助信号的最小相位调制信号, 进行频率修正和相位修正(载波再生), 由此, 即使低 C/N 状态, 也可高速且稳定地进行载波同步。又, 即使输入频率误差大, 也不会产生延滞检波引起的帧同步检测误动作, 可进行载波同步。

本发明第 41 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测频率引入状态，判定是否伪同步产生的频率；

在所述判定步骤中的判断结果是不产生伪同步的频率时，使相位修正动作初始化。

如上所述，根据本发明第 41 方面，在第 40 方面中，进行频率引入状态检测，作频率修正时，进行频率修正直至相位修正动作不产生伪同步的频率，然后使相位修正动作初始化并再动作。由此，可避免在频率修正动作进行的频率引入过程中，相位修正动作的伪同步。

本发明第 42 方面，在第 40 方面所述的解调方法中还包括下述步骤：

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态；

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的纠错状态，判定是否伪同步；

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时，进行相位修正动作初始化。

如上所述，根据本发明第 42 方面，在第 40 方面中，进行载波同步辅助信号段的相位同步检测和 TMCC 信号可否纠错的检测，由该检测结果判断是否正常同步。又，在伪同步时，使相位修正动作初始化然后再动作。由此，可避免在频率修正动作进行频率引入的过程中，相位修正动作的伪同步。

本发明第 43 方面，在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的帧段的相位同步状态；

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的相位同步状态，判定是否伪同步；

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时，进行相位修正动作初始化。

如上所述，根据本发明第 43 方面，在第 40 方面中，进行载波同步辅助信号段的相位同步检测和帧同步信号/TMCC 信号段的相位同步检测，由该检测结果判断是否正常同步。又，在伪同步时，使相位修正动作初始化后再动作。由此，可避免在频率修正动作进行的频率引入过程中，相位修正动作的伪同步。

本发明第 44 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的纠错状态, 判定是否伪同步;

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时, 使进行相位修正动作的频率分级变化。

如上所述, 根据本发明的第 44 方面, 在第 40 方面中, 进行载波同步辅助信号段的相位同步检测和 TMCC 信号可否纠错检测, 由该检测结果判断是否正常同步。又, 在伪同步时, 控制频率修正动作, 使通过相位修正动作可正常同步。由此, 可避免在频率修正动作进行的频率引入过程中, 相位修正动作的伪同步。

本发明第 45 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测所述载波同步辅助信号段的相位同步状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的帧段的相位同步状态;

由所述载波同步辅助信号段的相位同步状态和所述 TMCC 信号段的相位同步状态, 判定是否伪同步;

在所述判定步骤的判断结果是伪同步时, 使进行相位修正动作的频率分级变化。

如上所述, 根据本发明第 45 方面, 在第 40 方面中, 进行载波同步辅助信号段的相位同步检测和帧同步信号/TMCC 信号段的相位同步检测, 根据该检测结果, 判定是否正常同步。又, 在伪同步时, 控制频率修正动作的频率, 使通过相位修正可正常同步。由此, 可避免在频率修正动作进行的频率引入过程中, 相位修正动作的伪同步。

本发明第 46 方面, 在第 44 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测频率引入状态, 判定是否伪同步产生的频率;

在所述判定步骤中的判断结果是不产生伪同步的频率时, 使相位修正动作初始化。

本发明第 47 方面, 在第 45 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测频率引入状态, 判定是否伪同步产生的频率;

在所述判定步骤中的判断结果是不产生伪同步的频率时, 使相位修正动作初始化。

如上所述, 根据本发明第 46 和 47 方面, 在第 44 和 45 方面中, 进一步进行频率引入状态检测, 作频率修正时, 进行频率修正直至相位修正动作不产生伪同步的频率, 然后使相位修正动作初始化并再动作。由此, 可避免在频率修正动作进行的频率引入过程中, 相位修正动作的伪同步。

本发明第 48 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差, 然后在所述通信帧的全部帧段进行相位修正动作。

如上所述, 根据本发明第 48 方面, 在第 40 方面中, 在最小相位调制信号段中检测相位同步时的 C/N 状态, 当该 C/N 为预定电平时, 视为也对通信帧的主信号段作最大相位调制, 并进行相位误差修正。由此, 即使低 C/N 状态, 也可高速、稳定地进行载波同步, 同时, 可减轻解调信号的相位抖动的影响, 提高接收性能。

本发明第 49 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

如上所述, 根据本发明第 49 方面, 在第 40 方面中, 在最小相位调制信号段

检测相位同步时的 C/N 状态, 根据该 C/N 状态和按照解调模式信号的相位调制方式所对应的基准相位, 在初始状态用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号周期及载波同步辅助信号段, 进行相位修正, 在相位同步后, 在该帧段以外的主信号调制帧段也进行相位修正。由此, 即使低 C/N 状态, 也能高速且稳定地进行载波同步, 同时, 可减轻主信号段解调信号相位抖动的影响, 提高接收性能。

本发明第 50 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作;

在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外, 检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

如上所述, 根据本发明第 50 方面, 在第 40 方面中, 在最小相位调制信号段中检测相位同步时的 C/N 状态, 当该 C/N 为预定电平时, 视为通信帧内同步信号段以外的全部帧段进行最大相位调制, 并进行相位误差修正, 同时, 根据与按照解调模式信号的相位调制方式对应的基准相位, 在初始状态, 用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号段及载波同步辅助信号段, 进行相位修正, 在相位同步后, 在该帧段以外的主信号的调制周期也进行相位修正。由此, 即使低 C/N 状态, 也可高速且稳定地进行载波同步, 同时, 可减轻主信号段解调信号相位抖动的影响, 提高接收性能。

本发明第 51 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

如上所述, 根据本发明第 51 方面, 在第 40 方面中, 在最小相位调制信号段根据 TMCC 信号的误码率检测相位同步时的 C/N 状态, 当该 C/N 是预定电平时, 视为也对通信帧的主信号段作最大相位调制, 并进行相位误差修正。由此, 即使低 C/N 状态, 也可高速且稳定地进行载波同步, 同时, 可减轻解调信号相位抖动的影响, 提高接收性能。

本发明第 52 方面, 在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

如上所述, 根据本发明第 52 方面, 在第 40 方面中, 在最小相位调制信号段根据 TMCC 信号的误码率检测相位同步时的 C/N 状态, 根据该 C/N 状态和与按照解调模式信号的相位调制方式对应的基准相位, 在初始状态, 用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号段及载波同步辅助信号周期进行相位修正, 在相位同步后, 在该帧段以外的主信号调制帧段也进行相位修正。由此, 即使在低 C/N 状态, 也可高速且稳定地进行载波同步, 同时, 可减轻主信号段解调信号相位抖动的影

响，提高接收性能。

本发明第 53 方面，在第 40 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作；

在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外，检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

如上所述，根据本发明的第 53 方面，在第 40 方面中，在最小相位调制信号段根据 TMCC 信号的误码率检测相位同步时的 C/N 状态，当该 C/N 为预定电平时，视为通信帧内同步信号段以外的全部帧段作最大相位调制，并进行相位误差修正，同时，根据与按照解调模式信号的相位调制方式对应的基准相位，在初始状态，用最小相位调制的帧同步信号/TMCC 信号段及载波同步辅助信号段进行相位修正，在相位同步后，在该帧段以外的主信号调制帧段也进行相位修正。由此，即使在低 C/N 状态，也可高速且稳定地进行载波同步，同时可减轻主信号段的解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

本发明第 54 方面，在第 41 ~ 47 中任一方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测

所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外检测所述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 55 方面，在第 41、43、45 或 47 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 56 方面，在第 42、44 或 46 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 57 方面，在第 41、43、45 或 47 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作；

在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外，检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 58 方面，在第 42、44 或 46 方面的解调方法中还包括下述步骤：
检测相位同步状态；

检测接收信号的载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作；

在存在相位同步且纠错未完成的场合，当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外，检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 59 方面，在第 41 - 47 中任一方面的解调方法中还包括下述步骤：
检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且相对于预定的门限值 C/N 高时，在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差，在所述通信帧的所述同步信号段以外检测所

述通信帧内相位数最多的相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 60 方面，在第 41、43、45 或 47 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 61 方面，在第 42、44 或 46 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

在存在相位同步且纠错完成的场合，当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时，在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差，当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时，在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段，检测对应的相位调制产生的相位误差，当相对于该第 2 门限值 C/N 低时，在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段，检测所述最小相位调制产生的相位误差，然后进行相位修正动作。

本发明第 62 方面，在第 41、43、45 或 47 方面的解调方法中还包括下述步骤：

检测相位同步状态；

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率，根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态；

检测所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错处理的纠错状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作;

在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外, 检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

本发明第 63 方面, 在第 42、44 或 46 方面的解调方法中还包括下述步骤:

检测相位同步状态;

测定所述帧同步信号所含传输控制信号即 TMCC 信号的纠错前的误码率, 根据该误码率检测载波功率/噪声功率即 C/N 的状态;

在存在相位同步且纠错完成的场合, 当相对于预定的第 1 门限值 C/N 高时, 在所述通信帧全部帧段检测对应的相位调制产生的相位误差, 当 C/N 处于该第 1 门限值与预定的第 2 门限值之间时, 在所述通信帧内施加相位数最多的相位调制即最大相位调制的帧段以外的帧段, 检测对应的相位调制产生的相位误差, 当相对于该第 2 门限值 C/N 低时, 在所述同步信号段和施加所述最小相位调制的帧段, 检测所述最小相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作;

在存在相位同步且纠错未完成的场合, 当相对于所述第 1 门限值 C/N 高时, 在所述同步信号段中检测所述最小相位调制产生的相位误差, 在所述通信帧的所述同步信号段以外, 检测所述通信帧内的最大相位调制产生的相位误差, 然后进行相位修正动作。

如上所述, 本发明第 54 - 第 63 方面是第 41 - 第 47 方面与第 48 - 第 53 方面分别组合的情况。因此, 第 54 - 第 63 方面, 即使在低 C/N 状态也可高速且稳定地进行载波同步, 同时, 可避免频率修正动作进行的频率引入过程中, 相位修正动作的伪同步, 而且, 可减轻主信号期间解调信号相位抖动的影响, 提高接收

性能。

本发明第 64 方面，在第 40 ~ 63 中任一方面的解调方法中，在所述载波同步辅助信号叠加识别对所述帧内的时分复用位置为下一数据分组的调制信号所加相位调制的信息时，根据所述信息，检测施加所述最小相位调制的信号之帧段，向产生所述定时信号的步骤输出提供该最小相位调制帧段的信号，以生成所述定时信号的步骤，产生提供所述同步信号段和提供所述最小相位调制帧段的定时信号。

如上所述，根据本发明第 64 方面，在第 40 ~ 第 63 方面中，除时分多路复用的相位调制信号中，含分散配置于数据分组内的载波同步辅助信号的最小相位调制信号外，还用作最小相位调制的主信号，进行频率修正和相位修正(载波再生)。由此，即使是低 C/N 状态，也可高速且稳定地进行载波同步。

本发明第 65 方面，在第 44 ~ 47 中任一方面的解调方法中，所述分级变化所述频率的步骤，设伪同步产生的频率为 $f_g(\text{HZ})$ 时，根据 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g(\text{HZ})$ ($n=1, 2, \dots$) 使进行相位修正动作的频率分级偏移。

如上所述，根据本发明第 65 方面，在第 44 ~ 47 方面中，频率分级变化的步骤以伪同步发生频率 f_g 为分级变化单位，偏移频率使正负交替顺次变大。由此，即使是伪同步时，也可通过反复上述步骤的动作，最终进行正常同步。

附图概述

图 1 是本发明一实施形态的调制装置的构成框图。

图 2 是本发明一实施形态的调制装置中生成的一例通信帧的图。

图 3 是图 1 的多路复用/正交调制部 19 构成例的框图。

图 4 是本发明第 1 实施形态的解调装置构成框图。

图 5 是本发明第 1 实施形态的解调装置的动作流程图。

图 6 是帧同步检测部 35 检测的信号及定时产生部 36 产生的定时信号的示意图。

图 7 是帧同步检测部 35 的实施例 1 的构成框图。

图 8 是帧同步检测部 35 的实施例 2 的构成框图。

图 9 是帧同步检测部 35 的实施例 3 的构成框图。

图 10 是帧同步检测部 35 的实施例 4 的构成框图。

图 11 是帧同步检测部 35 的实施例 5 的构成框图。

图 12 是帧同步检测中相位关系的说明图。

图 13 是帧同步检测中相位关系的说明图。

图 14 是频率修正的频率偏移的说明图。

图 15 是帧同步检测中相位关系的说明图。

图 16 是帧同步检测中相位关系的说明图。

图 17 是频率修正部 32 的更详细构成的框图。

图 18 是相位修正部 34 的更详细构成的框图。

图 19 是相位修正的相位偏移的说明图。

图 20 是相位修正部 34 产生的伪同步的说明图。

图 21 是相位修正部 34 产生的伪同步的说明图。

图 22 是本发明第 2 实施形态的解调装置的构成框图。

图 23 是本发明第 2 实施形态的解调装置动作的流程图。

图 24 是频率导入判定部 42 的更详细构成框图。

图 25 是相位修正部 34A 的更详细构成例的框图。

图 26 是相位修正部 34A 的更详细构成例的框图。

图 27 是本发明第 3 实施形态的解调装置构成框图。

图 28 是本发明第 3 实施形态的解调装置动作流程图。

图 29 是相位同步检测部 43 的实施例 1 的构成框图。

图 30 是相位同步检测部 43 的实施例 2 的构成框图。

图 31 是相位同步检测部 43 的相位同步判定部 437 中所设定门限值一例的说明图。

图 32 是图 27 的伪同步判定部 45 中进行的伪同步判定的动作原理的说明图。

图 33 是本发明第 4 实施形态的解调装置的构成框图。

图 34 是定时产生部 36 产生的其它定时信号的示意图。

图 35 是图 33 的伪同步判定部 45 进行的伪同步判定的动作原理的说明图。

图 36 是本发明第 5 实施形态的解调装置的构成框图。

图 37 是本发明第 5 实施形态的解调装置的动作流程图。

图 38 是图 36 的伪同步判定部 45 的构成例的框图。

图 39 是频率分级变化部 46 的构成框图。

图 40 是频率分级变化部 46 的各信号波形的示意图。

图 41 是频率分级变化动作原理的说明图。

图 42 是本发明第 6 实施形态的解调装置的构成框图。

图 43 是本发明第 7 实施形态的解调装置的构成框图。

图 44 是本发明第 7 实施形态的解调装置的动作流程图。

图 45 是本发明第 8 实施形态的解调装置的构成框图。

图 46 是相位抖动说明图。

图 47 是相位抖动与 C/N 关系的说明图。

图 48 是本发明第 9 实施形态的解调装置的构成框图。

图 49 是本发明第 9 实施形态的解调装置的动作流程图。

图 50 是帧同步判定部 47 的构成框图。

图 51 是 C/N 检测部 48 的构成框图。

图 52 是门信号选择部 49 的构成框图。

图 53 是相位修正部 34B 的相位误差检测部 341 的构成框图。

图 54 是相位修正部 34B 的相位误差检测部 341 进行的相位误差检测动作的说明图。

图 55 是本发明第 10 实施形态的解调装置的构成框图。

图 56 是本发明第 10 实施形态的解调装置的动作流程图。

图 57 是 C/N 检测部 48A 的构成框图。

图 58 是门信号选择部 49A 的构成框图。

图 59 是解调模式切换部 50 输入的各定时信号与输出的解调模式信号的示意图。

图 60 是相位修正部 34C 的相位误差检测部 341 的构成框图。

图 61 是相位修正部 34C 的相位误差检测部 341 进行的误差检测动作的说明图。

图 62 是本发明第 11 实施形态的解调装置的构成框图。

图 63 是本发明第 11 实施形态的解调装置的动作流程图。

图 64 是门信号选择部 49B 的构成框图。

图 65 是解调模式切换部 50A 的构成框图。
图 66 是本发明第 12 实施形态的解调装置的构成框图。
图 67 是 BER 检测部 51 的构成框图。
图 68 是 C/N 与比特差错率(误码率)关系的示图。
图 69 是本发明第 13 实施形态的解调装置的构成框图。
图 70 是 BER 检测部 51A 的构成框图。
图 71 是本发明第 14 实施形态的解调装置的构成框图。
图 72 是本发明一实施形态其它解调装置的构成框图。
图 73 是本发明一实施形态其它解调装置中, 产生的一例通信帧的示意图。
图 74 是本发明一实施形态的其它解调装置的构成框图。
图 75 是载波同步辅助信号解码器 52 的构成框图。
图 76 是定时产生部 36A 产生的定时信号的示意图。
图 77 是以往的调制装置的构成框图。
图 78 是以往的调制装置中产生的通信帧例的示意图。
图 79 是映射成 BPSK、QPSK 及 8PSK 的码配置的示意图。
图 80 是以往的调制装置及方法的 MPEG 数据构造和帧构造的示意图。
图 81 是以往解调装置的构成框图。

本发明的最佳实施形态

本发明是一种调制、解调装置及其方法, 它在时分复用相位调制信号中, 采用含分散配置在数据分组内的载波同步辅助信号的 BPSK 信号, 从而即使在低 C/N 状态, 也可取得高速而且稳定的载波同步。

下文, 对本发明的各实施形态, 顺次说明调制装置及方法(发送系统)和解调装置及方法(接收系统)。

(1)发送系统

图 1 是与权利要求 1 ~ 3 及 6 ~ 8 对应的、本发明一实施形态的调制装置的构成框图。在图 1 中, 本发明一实施形态的调制装置包括: 帧同步信号/TMCC 信号产生部 11、TS 数据分组合成部 12、TMCC 纠错编码部 13、第 1 纠错编码部 14、第 2 纠错编码部 15、第 1BPSK 映射部 16、BPSK/QPSK 映射部 17、8PSK

映射部 18、多路复用/正交调制部 19、同步辅助信号产生部 20、第 2BPSK 映射部 21。

图 2 是本发明一实施形态的调制装置中产生的通信帧一例的示意图。图 3 是多路复用/正交调制部 19 一构成例的框图。

下文，说明本发明一实施形态的调制装置的动作。

帧同步信号/TMCC 信号产生部 11，根据输入的 TMCC 信息，产生帧同步信号/TMCC 信号。该信号在 TMCC 纠错编码部 13 经纠错编码后，输入至 BPSK 映射部 16。BPSK 映射部 16，把输入的帧同步信号及 TMCC 信号映射成 BPSK 的码配置(参照图 79(a))，向多路复用/正交调制部 19 输出。

TS 数据分组合成部 12 合成输入的多个 MPEG-TS 数据分组(参照图 80(a))，产生由低层信号数据分组群及高层信号数据分组群构成的、数据分组总数为恒定值的帧(参照图 80(b))。在该帧内，低层信号数据分组群在第 1 纠错编码部 14 中经纠错编码后，输入至 BPSK/QPSK 映射部 17。BPSK/QPSK 映射部 17 把输入的低层信号映射成 BPSK 的码配置(参照图 79(a))或 QPSK 的码配置(参照图 79(b))，然后向多路复用/正交调制部 19 输出。另一方面，上述帧内，高层信号数据分组群在第 2 纠错编码部 15 中经纠错编码后，输入至 8PSK 映射部 18。8PSK 映射部 18 把输入的高层信号映射成 8PSK 码配置(参照图 79(c))，向多路复用/正交调制部 19 输出。

同步辅助信号产生部 20 产生在后述的解调装置中用于辅助载波同步的信号(下称简称为载波同步辅助信号)。第 2BPSK 映射部 21 输入同步辅助信号产生部 20 产生的载波同步辅助信号，映射成 BPSK 码配置后(参照图 79(a))，向多路复用/正交调制部 19 输出。

对载波同步辅助信号施加 BPSK 映射是要使得，解调装置能通过多种时分多路复用相位调制中的 BPSK 部分，再生载波。

又，多路复用/正交调制部 19 对各映射部输入的各路信号按图 2 所示排列进行时分复用，产生通信帧后，作正交调制并输出。其中，由图 2 可知，多路复用/正交调制部 19，以施加 BPSK 的帧同步信号及 TMCC 信号、施加 8PSK 的高层信号数据分组群、施加 BPSK 或 QPSK 的低层信号的数据分组群为单位，进行时分多路复用；同时，经 BPSK 调制的载波同步辅助信号进行时分多路复用(插入)，

使分散在作为调制方式可切换的最小单元的数据分组内。最后，产生通信帧。

该时分多路复用例如采用图 3 所示的电路，可由计数 1 帧码元数的帧计数器的输出信号，产生控制各信号插入定时的门信号，来切换各开关，由此进行时分多路复用。

又，虽然在后述的解调装置中说明，载波同步辅助信号连续插入 2 个码元以上，以便可延迟检波。但，为了提高解调特性，载波同步辅助信号的插入周期要尽可能短，具体而言，最好为 200 码元左右或 200 码元以下。

这样，利用本发明一实施形态的调制装置，则在解调装置输出的通信帧中，辅助载波同步的信号由抗低 C/N 状态的 BPSK 进行调制后，分数、插入数据分组内。

由此，在解调装置中，即使低 C/N 状态时，也能采用分散在数据分组内的 BPSK 的载波同步辅助信号，进行高速、稳定的载波同步。

(2)接收系统

然后，依次说明解调在上述本发明的一个实施形态的调制装置中产生的通信帧的解调装置及其方法。

又，在下述说明中，第 1 实施形态是作为基本的解调装置，第 2 ~ 第 8 实施形态是对第 1 实施形态进一步避免伪同步的解调装置，第 9 ~ 14 实施形态是对第 1 实施形态，进一步降低相位噪声的解调装置。

(第 1 实施形态)

图 4 是与权利要求 9、37、40 对应的本发明第 1 实施形态解调装置的构成框图。在图 4 中，第 1 实施形态的解调装置包括：正交检波部 31、频率修正部 32、频带限制滤波器 33、相位修正部 34、帧同步检测部 35、定时产生部 36、第 1 纠错部 37、第 2 纠错部 38、视频解码器 39、TMCC 解码器 40 及 BER 测定部 41。

又，频率修正部 32 备有频率误差检测部 321、频率误差保持部 322、数据控制振荡部 323、复数乘法部 324。相位修正部 34 备有相位误差检测部 341、相位误差保持部 342、数据控制振荡部 343、复数乘法部 344。

又，在图 4 中，粗线并以“/2”表示的信号线，表示呈现复数的信号的信号线(以下各图中均表示相同含义)。

首先, 概略说明第 1 实施形态的解调装置。

正交检波部 31 采用频率固定的本振信号, 通过对解调输入的通信帧内的各 PSK 调制信号作正交检波, 输出同相分量(I)、正交分量(Q)的均衡低通信号。频率修正部 32 输入正交检波部 31 的输出信号, 根据从定时产生部 36 接收的定时信号, 修正卫星天线的频率变换器(未图示)等的频率偏移引起的频率偏移。

对该频率修正部 32 的各构成作简单说明。频率误差检测部 321 输入频带限制滤波器 33 的输出信号, 进行延迟检测, 检测频率误差。频率误差保持部 322, 根据来自定时产生部 36 的输出信号, 在频率误差检测部 321 检测的频率误差中, 对 BPSK 帧段的频率误差进行平均。数值控制振荡部 323 对频率误差保持部 322 输出的经平均的信号进行数值运算, 输出振荡信号。复数乘法部 324 对正交检波部 31 输出的信号与数值控制振荡部 323 输出的信号进行复数乘运算, 消除频率误差。

频率限制滤波器 33 输入频率修正部 32 输出的信号, 进行各 PSK 信号的频谱整形。帧同步检测部 35 输入频带限制滤波器 33 的输出信号, 通过延迟检波检测经 BPSK 调制的帧同步信号, 即通信帧的首部。定时产生部 36 根据帧同步检测部 35 检测的帧首部的信息, 检测 1 个通信帧内的帧同步信号/TMCC 信号段及载波同步辅助信号段, 产生与该段相应的定时信号(门信号)。相位修正部 34 输入频带限制滤波器 33 的输出信号, 根据从定时产生部 36 接收的定时信号, 修正上述输入的信号的相位偏移。

对该相位修正部 34 的各个构成加以简略说明。相位误差检测部 341 经复数乘法部 344 输入频带限制滤波器 33 输出的信号, 检测相对于预定的基准相位的相位差。相位误差保持部 342 根据从定时产生部 36 输出的信号, 在相位误差检测部 341 检测的相位误差中, 对 BPSK 帧段的相位误差进行平均。数值控制振荡部 343 对相位误差保持部 342 输出的经平均的信号, 进行数值运算, 输出振荡信号。复数乘法部 344 对频带限制滤波器 33 输出的信号与数值控制振荡器 343 输出的信号进行复数乘运算, 消除相位误差。

第 1 纠错部 37 输入相位修正部 34 的输出信号, 对调制装置中高层数据分组群及低层数据分组群各自进行了纠错编码的主信号, 以数据分组为单位进行纠错, 而且把时间轴上改变排列以时分多路复用传送的数据分组顺序复原。其输出

送至视频解码器 40。第 2 纠错部 38 输入相位修正部 34 的输出信号，对调制装置中纠错编码的 TMCC 信号进行纠错，其输出送至 TMCC 解码器 40。TMCC 解调器 40 检测表示帧内各层划分和各层调制模式的 TMCC 信息。BER 测定部 41 对施加格状编码(一种纠错编码)的经解调的 8PSK 信号，进行格状解码而得到的信号，再次进行格状编码后，与解调的 8PSK 信号比较，从而鉴别高层信号的 BER。结果，在判断高层的解码图像质量低于允许值时，BER 测定部 41，控制视频解码器 40，使相对于传输路径质量劣化，输出高稳健性的低层图像信号。

下文，再参照图 5 ~ 图 19，根据处理流程，详细说明第 1 实施形态的解调装置的动作。

图 5 是表示第 1 实施形态的解调装置动作的流程图，图 6 是帧同步检测部 35 检测的信号及定时产生部 36 产生的定时信号示意图。图 7 ~ 图 11 是帧同步检测部 35 各实施例的构成框图。图 12 ~ 图 16 是帧同步检测部 35 各实施例的相位关系的说明图。图 17 是频率修正部 32 的更详细构成的框图。图 18 是相位修正部 34 的更详细构成的框图。

参照图 5，解调装置对经调谐器(未图示)输入至正交检波部 31 的信号，首先在帧同步检测部 35 中进行帧同步信号检测(步骤 S101)。通过该检测，如图 6(b)所示，可检测通信帧的首部，即帧同步信号/TMCC 信号的首部。

其中，作为实现这种帧首部检测的帧同步检测部 35，考虑 5 个具体构成的实施例。下文依次说明这 5 个实施例。

(帧同步检测部 35 的实施例 1)

图 7 是表示权利要求 33 所对应的帧同步检测部 35 其实施例 1 构成的框图。图 7 中，实施例 1 包括延迟检波部 351、相位识别部 352 和核对部 353。

延迟检波部 351 输入频带限制滤波器(以下简称限带滤波器)33 输出的信号，对当前的相位调制信号和 1 码元前的相位调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算。相位识别部 352 识别延迟检波部 351 输出信号的相位，对数据解码。这里，相位识别部 352 因作为检测对象的帧同步信号是 BPSK 调制信号，故而如图 12 所示动作，当延迟检波部 351 输出信号的相位在 -90 度至 90 度之间(A 区)时输出“0”，在 90 度至 180 度之间或 -180 度至 -90 度之间(B 区)时则输出“1”。核对部 353 对相位识别部 352 输出的信号与预定的帧同步信号进行核对，检测帧首

部位置。这里，核对部 353 所参照的基准信号属于对帧同步信号进行差分解码的信号。

(帧同步检测部 35 的实施例 2)

上述实施例 1 中，输入延迟检波部 351 的相位调制信号存在频偏时，延迟检波部 351 的输出便如图 14 所示，存在相移(图中用 \times 标记)。此外，在低 C/N 时还如图 15 所示，在上述实施例 1 的相位识别方法中有相位误差发生。

因此，实施例 2 对此作相应处理。

图 8 是表示权利要求 33 所对应的帧同步检测部 35 其实施例 2 构成的框图。图 8 中，实施例 2 包括延迟检波部 351，第一～第三相位识别部 352a - 352c 和核对部 353。

延迟检波部 351 输入限带滤波器 33 输出的信号，对当前的相位调制信号和 1 码元前的相位调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算。第一～第三相位识别部 352a - 352c 分别识别延迟检波部 351 输出信号的相位，对数据解码。这里，第一～第三相位识别部 352a - 352c 如图 13 所示，分别具有 180 度的相位识别区，而且，对该相位识别区进行各自不同的相位旋转。

例如，第一相位识别部 352a 如图 13(a)所示动作，当延迟检波部 351 输出信号的相位在 -90 度至 90 度之间(A 区)时输出“0”，在 90 度至 180 度之间或 -180 度至 -90 度之间(B 区)时则输出“1”。而第二相位识别部 352b 如图 13(b)所示动作，当延迟检波部 351 输出信号的相位在 $(-90 + \alpha)$ 度至 $(90 + \alpha)$ 度之间(A 区)时输出“0”，在 $(90 + \alpha)$ 度至 180 度之间或 -180 度至 $(-90 + \alpha)$ 度之间(B 区)时则输出“1”。而第三相位识别部 352c 如图 13(c)所示动作，当延迟检波部 351 输出信号的相位在 $(-90 - \alpha)$ 度至 $(90 - \alpha)$ 度之间(A 区)时输出“0”，在 $(90 - \alpha)$ 度至 180 度之间或 -180 度至 $(-90 - \alpha)$ 度之间(B 区)时则输出“1”。核对部 353 对第一～第三相位识别部 352a - 352c 输出的信号与预定的帧同步信号分别进行核对，对与帧同步信号符合的任一信号检测帧首位置。这里，核对部 353 所参照的基准信号属于对帧同步信号进行差分解码的信号。

(帧同步检测部 35 的实施例 3)

上述实施例 2 中，对相位识别部的坐标轴进行相位旋转，也就是说，对相位识别区进行各自不同的相位旋转，来进行相位识别的。但也可考虑相位识别部不

进行相位旋转，而对延迟检波部 351 的输出进行相位旋转，来进行相位识别这种方法。

因此，实施例 3 对此作相应处理。

图 9 是表示权利要求 34 所对应的帧同步检测部 35 其实施例 3 构成的框图。图 9 中，实施例 3 包括延迟检波部 351、第一～第三相位旋转部 354a～354c、三个相位识别部 352 和核对部 353。

延迟检波部 351 输入限带滤波器 33 输出的信号，对当前的相位调制信号和 1 码元前的相位调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算。第一～第三相位旋转部 354a～354c 输入延迟检波部 351 输出的信号，进行各自不同的相位旋转后输出。三个相位识别部 352 分别输入第一～第三相位旋转部 354a～354c 输出的信号，根据相同的相位识别区基准相位进行识别，对数据解码。核对部 353 对三个相位识别部 352 输出的各个信号与预定的帧同步信号进行核对，对与帧同步信号符合的任一信号检测帧首部位置。

按照上文所述，延迟检波部 351 输出的相位识别，等效来看，与图 13 所示相同，可获得与上述实施例 2 相同的效果。

另外，上述实施例 2、3 说明当中，核对的是进行过三种相位旋转的信号，若利用进行过更多种相位旋转的信号进行核对的话，便可提高延迟检波的帧同步精度。

(帧同步检测部 35 的实施例 4)

图 10 是表示权利要求 35 所对应的帧同步检测部 35 其实施例 4 构成的框图。图 10 中，实施例 4 包括延迟检波部 351、相位识别部 352、相位旋转部 355 和核对部 353。

延迟检波部 351 输入限带滤波器 33 输出的信号，对当前的相位调制信号和 1 码元前的相位调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算。相位识别部 352 识别延迟检波部 351 输出信号的相位，对数据解码。这里，相位识别部 352 因作为检测对象的帧同步信号是 BPSK 调制信号，故而具有 180 度的相位识别区(参见图 12)。核对部 353 对相位识别部 352 输出的信号与预定的帧同步信号进行核对，检测帧首部位置。这里，核对部 353 所参照的基准信号属于对帧同步信号进行差分解码的信号，识别相位旋转部 355 如图 16 所示，对相位识别部 352 进行旋转，使其

旋转相位变化，直到核对部 353 获得帧同步检测为止。

(帧同步检测部 35 的实施例 5)

上述实施例 4 中，对相位识别部的坐标轴进行相位旋转，也就是说，对相位识别部进行各自不同的相位旋转，来进行相位识别的。但也可考虑相位识别部不进行相位旋转，而对延迟检波部 351 的输出进行相位旋转，来进行相位识别这种方法。

因此，实施例 5 对此作相应处理。

图 11 是表示权利要求 36 所对应的帧同步检测部 35 其实施例 5 构成的框图。图 11 中，实施例 5 包括延迟检波部 351、相位旋转部 354、相位识别部 352 和核对部 353。

延迟检波部 351 输入限带滤波器 33 输出的信号，对当前的相位调制信号和 1 码元前的相位调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算。相位旋转部 354 输入延迟检波部 351 输出的信号，进行相位旋转后输出。这里，相位旋转部 354 使其旋转相位变化，直到核对部 353 获得帧同步检测为止。相位识别部 352 识别相位旋转部 354 输出信号的相位，对数据解码。核对部 353 对相位识别部 352 输出的信号与预定的帧同步信号进行核对，检测帧首部位置。

按照上文所述，延迟检波部 351 输出的相位识别，等效来看，与图 16 所示相同，可获得与上述实施例 4 相同的效果。

另外，上述实施例 1 - 5 的帧同步检测部 35 采用延迟检波，因而若位于频率修正部 32 后级，就其设置位置来说成为频率修正部 32 的输出，限带滤波器 33 的输出，或相位修正部 34 的输出的话，就没有专门限制。而且，后面述及，频率修正部 32 也采用延迟检波，因而，可通过使帧同步检测部 35 中的延迟检波部 351 与频率修正部 32 的延迟检波部共用，来减小电路规模。

再参见图 5，帧同步检测部 35 检测的帧起始信号输入定时信号生成部 36。定时信号生成部 36 根据帧同步检测部 35 检测的帧起始信号，检测 1 通信帧内帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段，生成与图 6(c)所示的与该段相对应的 BPSK 定时信号(步骤 S102)。

另外，不用说，即便只是图 6(d)所示的载波同步辅助信号段所对应的 BPSK 定时信号，也可以具有本发明的有益效果。

这里，第一实施形态的解调装置中，为了在 BPSK 段进行载波再生，经 BPSK 调制的载波同步辅助信号其插入间隔和插入宽度(码元数)变得重要。对于插入间隔，其间隔越宽，频率修正部 32 和相位修正部 34 的保持状态便越长，留有频率误差的话，尽管不多，在此期间也会造成调制信号相位旋转，因而，造成各个 BPSK 段同步引入相位相差 180 度，或者甚至不能同步。而对于插入码元数，频率修正部 32 中的频率误差检测采用延迟检波，检测出 1 码元间的相位差作为频率误差，因而最低需要 2 码元。

因此，如上所述，调制装置当中，最好是载波同步辅助信号连续插入 2 码元以上，而插入间隔为 200 码元左右或以下。

而定时信号生成部 36 分别将所生成的 BPSK 定时信号(图 6(c)或图 6(d))输出至频率修正部 32 的频率误差保持部 322 和相位修正部 34 的相位误差保持部 342(参见图 4)。

接下来，参见图 17，说明频率修正部 32 的动作。

图 17 中，频率修正部 32 包括：由延迟检波部 321a 和相位误差检测部 321b 构成的频率误差检测部 321；由切换部 322a 和常数发生部 322b 和加法器 322c 和延迟部 322d 构成的频率误差保持部 322；加法器 323a 和延迟部 323b 和余弦波发生部 323c 和正弦波发生部 323d 构成的数值控制振荡器 323；复数乘法部 324。

正交检波部 31 输出的信号通过复数乘法部 324 和限带滤波器 33 输入至频率误差检测部 321 的延迟检波部 321a。延迟检波部 321a 对当前 n 相 PSK 调制信号 ($n = 2^1, 2^2, 2^3, \dots$ ，以下相同)和其 1 码元前的 n 相 PSK 调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算，计算出延迟检波输出。

该延迟检波输出的计算式由下述式(1)表示。

$$\begin{aligned} \text{延迟检波输出} &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t1)) \cdot \\ &\quad \exp(-j(2\pi/n \cdot (D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t0)) \\ &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1-D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts)) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

D1: n 相 PSK 调制信号当前码元的相位状态(0 ~ (n-1))

D0: n 相 PSK 调制信号 1 码元前的相位状态(0 ~ (n-1))

Δf : 等效低频段信号的频偏[Hz]

t1: 当前时刻 [t]

t0: 1 码元前时刻 [t]

Ts: 码元周期 [t]

在 BPSK 的情况下, 根据上述式(1), 没有频偏的话, 延迟检波输出的相位状态如图 14 中●标记所示, 处于 $\pi \cdot n$ ($n = 0 \sim 1$) 位置。但存在频偏 Δf 的话, 则如 x 标记所示, 相位对●标记偏离 $2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts (= \theta)$ 。

这里, 相位误差检测部 321b 将没有频偏时的●标记作为接收一侧的基准, 将有频率偏时的 x 标记的相移作为频率误差检测。另外, 是按正交坐标系处理的, 因而, 对相移的检测原先是通过 $\arctan(y/x)$ 来计算的, 但也可以简化为与频率误差成正比的量, 在 BPSK 的场合, 也可以将延迟检波信号当中正交成分的误差 Δy 作为频率误差输出。

该相位误差检出部 321b 检测的频率误差, 通过切换部 322a 输入由加法器 322c 和延迟部 322d 所组成的环路滤波器, 对频率误差进行平均。这里, 频率误差保持部 322 对 1 通信帧内经 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段所得到的频率误差进行平均, 因而利用定时信号生成部 36 输出的定时信号, 对切换部 322a 进行切换。该切换部 322a 进行切换, 在定时信号的 BPSK 调制信号段(图 6(c)或图 6(d)中高电平帧段)将相位误差检测部 321b 输出的频率误差输入环路滤波器, 在除此以外的帧段将常数发生部 322b 发生的“常数 0”输入环路滤波器。

接着, 频率误差保持部 322 的输出信号控制数值运算振荡部(NCO)323, 利用由此得到的振荡信号, 在复数乘法部 324 抵消频率误差。因此, 可修正频率误差(步骤 S103)。

另外, 上述说明当中, 频率误差检测部 321 的输入信号设定为限带滤波器 33 的输出信号, 但频率误差检测部 321 采用延迟检波, 因而, 若为复数乘法部 324 后级信号, 也就是说, 为复数乘法部 324 的输出信号, 限带滤波器 33 的输出信号, 或相位修正部 34 的输出信号的话, 便没有专门的限制。

以下参见图 18 说明相位修正部 34 的动作。

图 18 中, 相位修正部 34 包括: 相位误差检测部 341; 由切换部 342a 和常数发生部 342b 和加法器 342c、342e 和延迟部 342d 和保持部 342f 和放大器 342g

所组成的相位误差保持部 342；由加法器 343a 和延迟部 343b 和余弦波发生部 343c 和正弦波发生部 343d 所组成的数值控制振荡部 343；复数乘法部 344。

在相位修正部 34 的工作初始时刻，限带滤波器 33 的输出信号，频率误差虽由频率修正部 32 抵消，但相位与数值控制振荡部 343 的输出信号不同，因而复数乘法部 344 的输出含有相位误差。含有相位误差的复数乘法部 344 的输出，输入至相位误差检测部 341。相位误差检测部 341 的相位误差检测如图 19 所示，相对于 o 标记示出的接收一侧的基准相位，检测存在相移 $\Delta\Phi$ 的接收信号 x 标记的相位差。另外，是按正交坐标系(I、Q 平面)处理的，因而，对相位误差的检测原先是通过 $\arctan(Q/I)$ 来计算的，但也可以简化为与相位误差成正比的量，在 BPSK 的场合，也可以将正交成分的误差 ΔQ 作为相位误差输出。

相位误差检测部 341 检测的相位误差，通过切换部 342a 和保持部 342f 输入加法器 342c、342e，由延迟部 342d 和放大器 342g 所组成的环路滤波器，对相位误差信号进行平均。相位误差保持部 342 中的环路滤波器由经放大器 342g 进入加法器 342e 的直接单元，和经加法器 342c 和延迟部 342d 进入加法器 342e 的积分单元所组成，直接单元用于相位误差的修正，积分单元用于修正频率修正部 32 未去除的小频偏。放大器 342g 则确定直接单元和积分单元的增益分配。

这里，相位误差保持部 342 只是对 1 通信帧内经 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段所获得的相位误差，进行平均，因而利用定时信号生成部 36 输出的定时信号对切换部 342a 进行切换，并对保持部 342f 进行控制。所进行的这种切换和控制，是在定时信号的 BPSK 调制信号段(图 6(c)或图 6(d)中高电平帧段)将相位误差检测部 341 输出的相位误差输入环路滤波器。

环路滤波器的积分单元中，对切换部 342a 进行切换，使在 BPSK 调制信号段将相位误差检测部 341 的输出信号输入加法器 342c，其他帧段则输入常数发生部 342b 发生的“常数 0”。而环路滤波器的直接单元中，将保持部 342f 控制为，在 BPSK 调制信号段，经放大器 342g 将相位误差检测部 341 的输出信号输出至加法器 342e，而其他段则先保持以前 BPSK 调制信号段中相位误差检测部 341 的输出信号，再输出至加法器 342e。

接着，相位误差保持部 342 的输出信号控制数值运算振荡部(NCO)343，利用这里获得的振荡信号，在复数乘法器 344 来抵消相位误差。由此可修正相位误

差(步骤 S104)。然后转移至正常解调处理(步骤 S105)。

这里所说的正常解调处理,是指相位修正部 34 进行过相位同步后的解调动作,是指做到数值控制振荡手段 323 的振荡频率因噪声等影响,随频率修正部 32 中频率误差的变动发生变化,而不失去相位修正部 34 的相位同步。例如,一次相位同步之后,直到因某种原因失去相位同步之前,进行停止频率修正部 32 中频率误差保持部 322 的系数更新,或降低环路增益(降低灵敏度)等处理。

另外,图 5 的流程图中,分别在各个步骤记载了频率修正部 32 动作(步骤 S103)和相位修正部 34 动作(步骤 S104),但,即便相位修正部 34 在步骤 S103 中动作,也没有问题(以下对于各个实施形态中步骤 S103 的处理也一样)。

综上所述,按照本发明第一实施形态的解调装置,时分复用的相位调制信号当中,通过利用包含数据分组内分散配置的载波同步辅助信号在内的 BPSK,进行载波再生,在低 C/N 状态下也能高速、稳定地进行载波同步。

此外,即便输入频率误差大时,也能进行载波同步,而无延迟检波造成的帧同步检测误动作。

(第二实施形态)

本发明第二实施形态的解调装置,是避免在上述第一实施形态的解调装置,相位修正部 34 中伪同步所产生的误动作的。

因此,首先说明用经 BPSK 调制的载波同步辅助信号进行相位修正时的伪同步。

所谓伪同步,是指调制装置中载波同步辅助信号的插入周期恒定(参见图 2),且相位修正部 34 的输入频率误差为相位按载波同步辅助信号的插入周期旋转 $180^\circ \times m$ (m 为 0 以外的任意整数)这种频率时,相位修正部 34 便不能按载波同步辅助信号周期识别原来的相位误差,就会按不同的相位进行同步。

例如,如图 20 所示,相位因频偏按载波同步辅助信号插入周期(图中①→②)旋转 180° 时(图中 A),相位修正部 34 的相位误差检测,便无法检测出载波同步辅助信号插入周期(图中①→②)中的相位变化,这时,就只好在各时刻(图中①、②)分别检测角度 β 的相位误差(图中 B)。

相位修正部 34 根据这样检测的相位误差信号进行相位修正,就会尽管还存在频率误差,却假当载波同步,过渡至正常解调动作后稳定下来,形成这种伪同

步的频率 Δf 如下面式(2)所示.

$$\Delta f = (m \times 180 \text{ 度}) / 360 \text{ 度} \times f_{\text{sym}} / S \quad \cdots (2)$$

f_{sym} : 码元频率(调制速率) [Hz]

S : 载波同步辅助信号插入周期 [码元]

m : 任意整数($\pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$)

例如, 码元频率为 20M 波特, 周期为 207 码元时, 就会如图 21 所示, 在各个频率形成伪同步.

以下说明避免上述伪同步所造成误动作的本发明第二实施形态的解调装置.

图 22 是表示权利要求 10、37、41 所对应的本发明第二实施形态的解调装置其构成的框图. 图 22 中, 第二实施形态的解调装置包括: 正交检波部 31, 频率修正部 32, 限带滤波器 33, 相位修正部 34A, 帧同步检测部 35, 定时信号生成部 36, 频率引入检测部 42, 第一纠错部 37, 第二纠错部 38, 视频解调器 39, TMCC 解调器 40 和 BER 测定部 41.

图 23 是表示第二实施形态解调装置所进行动作的流程图.

如图 22 所示, 第二实施形态的解调装置, 其构成为在上述第一实施形态解调装置当中, 进一步增加检测频率修正部 32 中频率引入状态的频率引入检测部 42, 并用相位修正部 34A 替代相位修正部 34.

另外, 第二实施形态解调装置的其他构成与上述第一实施形态解调装置的构成相同, 对相应构成部分加相同标号, 省略其说明.

而且, 对图 23 中进行与图 5 相同处理的步骤, 加相同的步骤标号, 省略其说明.

先参见图 24 说明频率引入检测部 42 的动作.

图 24 是表示图 22 中频率引入检测部 42 更为具体构成的框图. 图 24 中, 频率引入检测部 42 包括: 由延迟检波部 421a 和相位误差检测部 421b 构成的频率误差检测部 421; 切换部 422; 常数发生部 423; 由加法器 424a 和延迟部 424b 和切换部 424c 常数发生部 424d 构成的积分部 424; 定时信号发生部 425; 取绝对值部 427; 频率引入判定部 426.

限带滤波器 33 输出的信号输入至延迟检波部 421a. 延迟检波部 421a 与其他

延迟检波部相同，对当前的 n 相 PSK 调制信号和其 1 码元前的 n 相 PSK 调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算，求出延迟检波输出。该延迟检波输出的计算式如上述式(1)所示。

接下来，相位误差检测部 421b 如上文所述，将无频偏时的 \bullet 标记当作接收侧的基准，检测出有频偏时的 \times 标记的相移，作为频率误差(参见图 14)。

这种相位误差检测部 421b 检测的频率误差通过切换部 422，输入加法器 424a，在某一恒定帧段内取频率误差的平均。这里，进行的是 1 通信帧内经 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段中频率修正部 32 的频率引入检测，因而用定时信号生成部 36 输出的定时信号(图 6(c)或 6(d))对切换部 422 进行切换。该切换部 422 进行切换，在定时信号 BPSK 调制信号段(图 6(c)或 6(d)中高电平帧段)，将相位误差检测部 421b 输出的频率误差输入积分部 424，除此以外的帧段，将常数发生部 423 发生的“常数 0”输入积分部 424。定时信号发生部 425 产生恒定周期的定时脉冲，控制切换部 424c。积分部 424 按照定时发生部 425 产生的定时脉冲，将加法器 424a 的输入切换为延迟部 424b 的反馈输出和常数发生部 424d 产生的“常数 0”中任一个，输出每一恒定帧段平均的频率误差。积分部 424 输出的平均频率误差在取绝对值部 427 当中变换为正值后，输出至频率引入判定部 426。频率引入判定部 426 输入取绝对值部 427 输出的正值的平均频率误差，在定时信号发生部 425 产生定时脉冲时，根据该平均频率误差是否低于预定的阈值，判定频率引入(步骤 S201)。

接下来，该判定结果是，平均频率误差低于预定的阈值时，频率引入判定部 426 便判定为进行过频率引入，即判定为频率修正部进行了频率修正，直到修正为相位修正部 34 无伪同步的频率为止，然后，输出使相位修正部 34 复位的信号，使相位修正部 34 再度动作。

这里，对于频率引入判定部 426 中的阈值，可以预先设定成可判定频率修正部 32 怎样能频率修正为相位修正部 34 无伪同步的频率。另外，伪同步的频率如上述式(2)所示。

例如，码元频率为 20M 波特，周期为 207 码元时，就如图 21 所示有伪同步频率，而且以各个伪同步频率为中心存在频率修正部 34 的引入频率范围，因而就频率引入判定部 426 的阈值来说，希望设定为下面式(3)所示的频率 Δf 。

$$\Delta f = 1/2 \times 180 \text{ 度} / 360 \text{ 度} \times f_{\text{sym}} / S \quad \cdots (3)$$

f_{sym} : 码元频率(调制速率) [Hz]

S : 载波同步辅助信号插入周期 [码元]

以下参见图 25 说明相位修正部 34A 的动作。

图 25 是表示一例相位修正部 34A 更为具体构成的框图。如图 25 所示, 相位修正部 34A 的构成为相位修正部 34 构成当中, 在相位误差保持部 342 中进一步增加切换部 342h 和常数发生部 342i。

另外, 图 25 中加上与图 18 相同参照标号的组成部分, 是进行相同动作的组成部分, 故省略其说明。

频率引入判定部 426 输出的复位信号输入至相位误差保持部 342 的保持部 342f 和切换部 342h。保持部 342f 根据复位信号, 将直接单元的相位误差信号初始化。切换部 342h 根据复位信号, 将至加法器 342c 的反馈信号切换为常数发生部 342i 输出的“常数 0”, 使积分单元的相位误差信号初始化。

由此, 相位修正部 34A 中对复位动作后输入至相位误差保持部 342 的相位误差信号, 即对于经频率修正成不发生伪同步的频率的频率修正部 32 的输出信号, 重新进行相位修正(步骤 S202)。然后, 过渡至正常解调处理(步骤 S109)。

另外, 也可以如图 26 所示, 数值控制振荡部 343 还设有切换部 343e 和常数发生部 343f, 并行进行与上述切换部 342h 和常数发生部 342i 相同的动作。通过象这样并行进行复位动作, 可更为确实地进行初始化。

综上所述, 本发明第二实施形态的解调装置, 设有频率引入检测部 42, 频率修正部 32 进行频率修正, 直到相位修正部 34A 没有伪同步的频率为止, 使相位修正部 34A 复位, 再度动作。

由此, 在频率修正部 32 的频率引入过程等当中, 便可避免相位修正部 34A 中的伪同步。

另外, 第二实施形态的解调装置中, 频率引入检测部 42 采用延迟检波, 因而为频率修正部 32 后级的话, 就其设置位置而言, 是频率修正部 32 输出、限带滤波器 33 输出、或相位修正部 34A 输出的话, 便没有专门的限制。

而且, 频率引入检测部 42 的频率误差检测部 421 具有与频率修正部 32 的频率误差检测部 321 相同的功能, 因此双方还可共用频率误差检测部。共用时, 可

实现电路规模的减小。

(第三实施形态)

本发明第三实施形态的解调装置，与上述第二实施形态相同，是避免在上述第一实施形态的解调装置，相位修正部 34 中伪同步所造成的误动作的。

以下说明避免上述伪同步所造成误动作的本发明第三实施形态的解调装置。

图 27 是表示权利要求 11、37、42 所对应的本发明第三实施形态的解调装置其构成的框图。图 27 中，第三实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34A，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，相位同步检测部 43，纠错检测部 44，伪同步判定部 45，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

图 28 是表示第三实施形态解调装置所进行动作的流程图。

如图 27 所示，第三实施形态的解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加相位同步检测部 43 和纠错检测部 44 和伪同步判定部 45，并用相位修正部 34A 替代相位修正部 34。

另外，第三实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第二实施形态解调装置的构成相同，对相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，对图 28 中进行与图 5 相同处理的步骤，加相同的步骤标号，省略其说明。

先说明相位同步检测部 43 的动作。

通过调谐器(未图示)输入的信号，在如上述第一实施形态所述进行频率修正和相位修正后(步骤 S301)，输入至相位同步检测部 43。相位同步检测部 43 对所输入的修正后的信号，仅在 BPSK 调制的载波同步辅助信号段进行相位同步/相位非同步的检测。

作为这种相位同步检测部 43，可考虑 2 种具体构成的实施例。以下，依次说明这 2 个实施例。

(相位同步检测部 43 的实施例 1)

图 29 是表示相位同步检测部 43 实施例 1 其构成的框图。图 29 中，相位同步检测部 43 包括：相位误差检测部 431；取绝对值部 432；切换部 433；常数发

生部 434；由加法器 435a 和延迟部 435b 和切换部 435c 和常数发生部 435d 构成的积分部 435；定时信号发生部 436；相位同步判定部 437。

相位修正部 34A 输出的信号输入至相位误差检测部 431。相位误差检测部 431 如上文所述，以无相移场合的 \circ 标记作为接收侧的基准，将有相移场合的 \times 标记的相位差作为相位误差 $\Delta\Phi$ [度]检测(参见图 19)。相位误差检测部 431 检测的相位误差 $\Delta\Phi$ 在取绝对值部 432 中变换为正值 $|\Delta\Phi|$ 。此外，取绝对值部 432 输出的相位误差 $|\Delta\Phi|$ 经切换部 433 输入加法器 435a，对某恒定帧段逐一取相位误差 $|\Delta\Phi|$ 的平均。这里，由于仅在 1 通信帧内 BPSK 调制的载波同步辅助信号段进行相位同步检测，所以用定时信号生成部 36 输出的定时信号(图 6(d))进行切换部 433 的切换。该切换部 433 进行切换，在定时信号的 BPSK 调制信号段(图 6(d)中高电平帧段)将取绝对值部 432 所输出的相位误差 $|\Delta\Phi|$ 输入积分部 435，除此以外的帧段，将常数发生部 434 所发生的“常数 0”输入积分部 435。定时信号发生部 436 发生恒定周期的定时脉冲，控制切换部 435c。积分部 435 按照定时信号发生部 436 所发生的定时脉冲，将加法器 435a 的输入切换为延迟部 435b 的反馈输出和常数发生部 435d 发生的“常数 0”中的任意一个，从而输出每一恒定帧段的平均相位误差 $|\Delta\Phi|$ 。相位同步判定部 437 输入积分部 435 输出的平均相位误差，当定时信号发生部 436 产生定时脉冲时，根据该平均相位误差是否低于预定的阈值来判定相位同步(步骤 S302)。接下来，该判定结果是，平均相位误差低于预定的阈值时，相位同步判定部 437 便判定取得相位同步，对伪同步判定部 45 输出该判定结果。

这里，对于相位同步判定部 437 中的阈值来说，可根据解调装置的用途或特性等任意设定，但当例如没有任何相位同步时(伪同步也没有时)，如图 31(a)所示留有相位旋转，码元在 360 度整个一周以相同几率存在，因而可以在取绝对值部 432 中取正值(取第一象限)后，设定为该相位误差的平均值 45 度或以下(图 31(b))。

(相位同步检测部 43 的实施例 2)

图 30 是表示相位同步检测部 43 实施例 2 其构成的框图。图 30 中，相位同步检测部 43 包括：取绝对值部 432A、432B；比较部 438；切换部 433；常数发生部 434；由加法器 435a 和延迟部 435b 和切换部 435c 和常数发生部 435d 构

成的积分部 435；定时信号发生部 436；相位同步判定部 437。

相位修正部 34A 输出的信号，分别将 I(同相)分量信号和 Q(正交)分量信号分别输入取绝对值部 432A、432B。取绝对值部 432A 将所输入的 I 分量信号变换为正值 $|I|$ 。取绝对值部 432B 将所输入的 Q 分量信号变换为正值 $|Q|$ 。比较部 438 输入取绝对值部 432A 的变换值 $|I|$ 和取绝对值部 432B 的变换值 $|Q|$ ，比较双方的值，在 $|I| > |Q|$ 时输出比较值“1”， $|I| \leq |Q|$ 时输出比较值“0”。比较部 438 输出的比较值经切换部 433 输入加法器 435a，每次在某一恒定帧段取平均。这里，仅在 1 通信帧内 BPSK 调制的载波同步辅助信号段进行相位同步检测，因而用定时信号生成部 36 输出的定时信号(图 6(d))进行切换部 433 的切换。该切换部 433 进行切换，在定时信号的 BPSK 调制信号段(图 6(d)中高电平帧段)将比较部 438 所输出的比较值输入积分部 435，除此以外的帧段，将常数发生部 434 所发生的“常数 0”输入积分部 435。定时信号发生部 436 发生恒定周期的定时脉冲，控制切换部 435c。积分部 435 按照定时信号发生部 436 所发生的定时脉冲，将加法器 435a 的输入切换为延迟部 435b 的反馈输出和常数发生部 435d 发生的“常数 0”中的任意一个，从而输出每一恒定帧段的平均比较值。相位同步判定部 437 输入积分部 435 输出的平均比较值，当定时信号发生部 436 产生定时脉冲时，根据该平均比较值是否低于预定的阈值来判定相位同步(步骤 S302)。接下来，该判定结果是，平均比较值低于预定的阈值时，相位同步判定部 437 便判定取得相位同步，对伪同步判定部 45 输出该判定结果。

这里，对于相位同步判定部 437 中的阈值来说，可根据解调装置的用途或特性等任意设定，但当例如没有任何相位同步时(伪同步也没有时)，如图 31(a)所示留有相位旋转，码元在 360 度整个一周以相同几率存在，因而落入 $|I| > |Q|$ 区域的几率为 1/2，故可以设定为积分部 435 中积分次数的过半数目或以下(图 31(b))。

以下说明纠错检测部 44 的动作。

纠错检测部 44 输入第二纠错部 38 纠错过程中输出的表明无法纠错的信号和表明留有差错的信号。接下来，纠错检测部 44 检测是否对 TMCC 信号进行了正确的纠错(步骤 S303)，并向伪同步判定部 45 输出该检测结果。

接下来，参见图 32 说明伪同步判定部 45 的动作。

相位同步检测部 43 的检测结果和纠错检测部 44 的检测结果输入伪同步判定

部 45 . 伪同步判定部 45 首先根据相位同步检测部 43 的判定结果判断是否取得相位同步。由该判断得出取得相位同步时, 伪同步判定部 45 接下来便根据纠错部 44 的判定结果判断该相位同步是正常同步还是伪同步。

这样判断的理由如下。

相位同步检测部 43 中, 确定能判断相位非同步, 但由于仅在载波同步辅助信号段判断相位同步, 即便取得相位同步, 也无法判断到该同步是正常同步还是伪同步的程度。例如, 接收信号引起载波同步辅助信号插入间隔中相位旋转 180 度的频偏时, 仅在载波同步辅助信号段进行的相位同步判断, 就会如图 32(a)所示, 在表观上判定为取得同步(即伪同步)。而伪同步时, TMCC 信号段中相位修正部 34A 的输出信号如图 32(b)所示, 相位旋转较大(图中箭头), 因而便含有第二纠错部 38 未纠正的位差错(图中加上网格的部分)。所以, 通过检测第二纠错部 38 是否可对 TMCC 信号正常地纠错, 可判断伪同步。

这样, 伪同步判定部 45 根据相位同步检测部 43 的检测结果来判断相位的同步/非同步, 根据纠错检测部 44 的检测结果来判断正常同步/伪同步。这种判断方法如下面表 1 所示。

(表 1)

相位同步检测部 43 的检测结果 (载波同步辅助信号段的同步)	纠错检测部 44 的检测结果 (可否进行 TMCC 信号段的纠错)	判定
同步	可纠错	正常同步
同步	无法纠错	伪同步
未同步	—	非同步

而且, 伪同步判定部 45 当进行上述判定的结果是判定为正常同步时, 便照原样过渡至通常的解调处理(步骤 S105), 判定为伪同步时, 向相位修正部 34A 输出使相位修正动作复位的信号(步骤 S304)。该复位信号可任意设定为例如足以使相位修正部 34A 工作的脉冲信号等。

相位修正部 34A 根据该伪同步判定部 45 输出的复位信号进行的复位动作, 与上述第二实施形态中所说明的相同, 这里的说明省略, 不过指令复位动作的目

的各不相同。具体来说，上述第二实施形态中，是正常进行频率修正后作为初始化动作用以开始相位修正动作这种复位动作指令，而第三实施形态中，则是作为最终结果未取得正常同步时用以再度重作相位修正这种复位动作指令。

综上所述，本发明第三实施形态的解调装置，进行在载波同步辅助信号段对相位同步的检测和对 TMCC 信号可否纠错的检测，根据该检测结果判断是否正常同步。而伪同步时，则使相位修正部 34A 复位，再度动作。

由此，可在频率修正部 32 进行的频率引入过程等当中，避免相位修正部 34A 中的伪同步。

另外，相位同步检测部 43 中，用上述实施例 1 时，由于其中所含的相位误差检测部 431 和相位修正部 34A 所含的相位误差检测部 341 具有相同功能，所以可使双方的相位误差检测部共用。共用时，可实现电路规模的减小。

(第四实施形态)

本发明第四实施形态的解调装置，与上述第二和第三实施形态相同，是避免在上述第一实施形态的解调装置，相位修正部 34 中伪同步所造成的误动作的。

以下说明避免上述伪同步所造成误动作的本发明第四实施形态的解调装置。

图 33 是表示权利要求 12、37、43 相对应的本发明第四实施形态的解调装置其构成的框图。图 33 中，第四实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34A，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，第一相位同步检测部 43A，第二相位同步检测部 43B，伪同步判定部 45，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 33 所示，第四实施形态的解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加第一相位同步检测部 43A 和第二相位同步检测部 43B 和伪同步判定部 45，并用相位修正部 34A 替代相位修正部 34，而对于上述第三实施形态的解调装置，则构成为用第一相位同步检测部 43A 替代相位同步检测部 43，用第二相位同步检测部 43B 替代纠错检测部 44。

另外，第四实施形态解调装置的其他构成与上述第一～第三实施形态解调装置的构成相同，对相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，第四实施形态解调装置所进行的处理步骤，与上述第三实施形态中图 28 所示处理步骤相同，故省略其说明。

以下说明第四实施形态解调装置进行与上述第三实施形态解调装置不同动作的部分。

首先，定时信号生成部 36 根据帧同步检测部 35 检测的帧首部信号，除了生成帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段的定时信号(参见图 6(c))，和仅载波同步辅助信号段的定时信号(参见图 6(d))以外，还生成仅在帧同步信号/TMCC 信号段的定时信号(图 34)。这种仅在帧同步信号/TMCC 信号段的定时信号，输出至第二相位同步检测部 43B。

第一相位同步检测部 43A 和第二相位同步检测部 43B 与上述第三实施形态所述的构成(图 29 或图 30)相同。第一相位同步检测部 43A 中，将仅载波同步辅助信号段的定时信号用于切换部 433 的控制，对频率修正和相位修正后的信号，进行该帧段的相位同步/非同步检测(图 28，步骤 S302)。第二相位同步检测部 43B 中，将仅帧同步信号/TMCC 信号段的定时信号用于切换部 433 的控制，对频率修正和相位修正后的信号，进行该帧段的相位同步/非同步检测(图 28，步骤 S303)。

接下来，第一相位同步检测部 43A 和第二相位同步检测部 43B 将是否取得相位同步的检测结果分别输出至伪同步判定部 45。

伪同步判定部 45 根据第一相位同步检测部 43A 和第二相位同步检测部 43B 的检测结果，进行下面表 2 所示的判断，判定为正常同步时，照原样过渡至正常解调处理(图 28，步骤 S105)，判定为伪同步时，向相位修正部 34A 输出使相位修正动作复位的信号(图 28，步骤 S304)。

(表 2)

第一相位同步检测部 43A 的检测结果 (载波同步辅助信号段的同步)	第二相位同步检测部 43B 的检测结果 (TMCC 信号段的同步)	判定
同步	同步	正常同步
同步	未同步	伪同步
未同步	—	非同步

另外，上述判断的理由，与上述第二纠错部 38 场合相同，具体来说，其原因在于第一相位同步检测部 43A 中，在载波同步辅助信号段检测出相位同步，因而即便是伪同步时，也会如图 35(a)所示，表观上取得同步，而第二相位同步检测部 43B 中，在帧同步信号/TMCC 信号段检测出相位同步，因而伪同步时如图 35(b)所示，相位旋转较大(图中箭头)，能够判断未取得相位同步。所以，通过检测这种相位非同步，可判断是伪同步。

综上所述，本发明第四实施形态的解调装置，进行在载波同步辅助信号段对相位同步的检测和在帧同步信号/TMCC 信号段对相位同步的检测，根据该检测结果判断是否是正常同步。而伪同步时，则使相位修正部 34A 复位，再度动作。

由此，可在频率修正部 32 进行的频率引入过程等当中，避免相位修正部 34A 中的伪同步。

另外，第一相位同步检测部 43A 和第二相位同步检测部 43B 中，用上述实施例 1 时，由于其中所含的相位误差检测部 431 和相位修正部 34A 所含的相位误差检测部 341 具有相同功能，所以可使双方的相位误差检测部共用。共用时，可实现电路规模的减小。

(第五实施形态)

本发明第五实施形态的解调装置，与上述第二～第四实施形态相同，是避免在上述第一实施形态的解调装置，相位修正部 34 中伪同步所造成的误动作的。但第五实施形态的解调装置，与上述第二～第四实施形态解调装置控制相位修正部不同，而是利用伪同步频率已知(如上文所述，可由码元频率和载波同步辅助信号的插入周期唯一确定)，来控制频率修正部。

以下说明避免上述伪同步所造成误动作的本发明第五实施形态的解调装置。

图 36 是表示权利要求 13、37、39、44、65 所对应的本发明第五实施形态的解调装置其构成的框图。图 36 中，第五实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32A，限带滤波器 33，相位修正部 34A，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，相位同步检测部 43，纠错检测部 44，伪同步判定部 45，频率分级变化部 46，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，

TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 36 所示，第五实施形态的解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加相位同步检测部 43 和纠错检测部 44 和伪同步判定部 45 和频率分级变化部 46，并用频率修正部 32A 替代频率修正部 32，而对于上述第三实施形态的解调装置，则构成为用频率修正部 32A 替代频率修正部 32，将相位修正部 34A 改回相位修正部 34，并进一步增加频率分级变化部 46。

另外，第五实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第三实施形态解调装置的构成相同，对于相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，图 37 中对进行与图 5 和图 28 相同处理的步骤，加相同的步骤标号，省略其说明。

以下说明第五实施形态解调装置进行与上述第三实施形态解调装置不同动作的部分。

先说明伪同步判定部 45 的动作。

如上文所述，伪同步判定部 45 根据相位同步检测部 43 的检测结果和纠错检测部 44 的检测结果，判断相位同步是正常同步还是伪同步。接下来，伪同步判定部 45 当上述判定结果判定为正常同步时，照原样过渡至正常解调处理(步骤 S105)，判定为伪同步时，便向频率分级变化部 46 输出使之进行分级变化动作的信号(就信号方式而言，与上述复位信号相同)(步骤 S401)。

这里，用图 38 说明伪同步判定部 45 中生成进行分级变化动作的信号的方法。图 38 是表示一例伪同步判定部 45 构成的框图。图 38 中，伪同步判定部 45 包括：逻辑和(“或”)(OR)电路 451；计数器 452；和脉冲输出部 453。

伪同步判定部 45 将相位同步检测部 43 的检测结果输入计数器 452 的输入端子，将纠错检测部 44 的检测结果输入 OR 电路 451 的某一端子。计数器 452 对相位同步检测部 43 的检测结果为高电平的帧段进行计数，若 OR 电路 451 的输出为高电平，便对所计数的计数值清零。脉冲输出部 453 判断计数器 452 输出的计数值是否达到预定值，达到便输出作为分级变化动作指令的脉冲信号。而且，该脉冲信号反馈输入至 OR 电路 451 的另一端子，输出脉冲信号的同时，对计数器 452 的计数值清零。由此，正常同步时(具体来说，检测出相位同步，计数器 452 开始计数，但要检测出纠错完毕，计数值才达到预定值时)，不输出脉冲信号，而相位

同步但为伪同步时(具体来说,检测出相位同步,计数器 452 开始计数,但纠错未完毕,计数值就已达预定值时),则输出脉冲信号。

接下来,用图 39 - 图 41 说明频率分级变化部 46 的动作。图 39 是表示一例频率分级变化部 46 其构成的框图。图 40 示出的是频率分级变化部 46 所生成的各信号波形。图 41 示出的是频率分级变化部 46 的工作原理。

图 39 中,频率分级变化部 46 包括:由排他性逻辑和(“异”)(XOR)电路 461a 和延迟部 461b 和逻辑积(“与”)(AND)电路 461c 构成的控制信号生成部 461;第一常数发生部 462;第二常数发生部 463;切换部 464;积分部 465;取负值部 466;切换部 467。

伪同步判定部 45 输出的脉冲信号(图 40(a)),分别输入 XOR 电路 461a 和 AND 电路 461c。XOR 电路 461a 对该脉冲信号和经延迟部 461b 反馈输入的信号取排他性逻辑和,生成控制信号 B(图 40(c))输出。AND 电路 461c 取脉冲信号和控制信号 B 的逻辑积,生成控制信号 A(图 40(b))输出。切换部 464 切换的时候,当控制信号 A 为高电平时,向积分部 465 输出第一常数发生部 462 发生的常数 F_g (数值控制振荡部 323 的振荡频率变化伪同步频率间隔(f_g)的数值),当控制信号 A 为低电平时,向积分部 465 输出第二常数发生部 463 发生的“常数 0”。积分部 465 对所输入的数值进行累计相加,并输出。切换部 467 切换的时候,当控制信号 B 为高电平时,照原样输出积分部 465 输出的信号,当控制信号 B 为低电平时,由取负值部 466 将积分部 465 输出的信号变换为负值输出。

因而,频率分级变化部 46 每当脉冲信号(图 40(a))为高电平,便依次输出如图 40(d)所示的频率信号,即 $+F_g, -F_g, +2F_g, -2F_g, \dots$ 。

参见图 41 说明按这样的顺序(档次)输出频率的原因。另外,图 41 示出的是频率 $f_g = 48.3\text{kHz}$, 频率 96.6kHz 处形成伪同步的场合。

如上述第二实施形态所说明的那样,可根据码元频率和载波同步辅助信号的插入周期来计算发生伪同步的频率的间隔 f_g 。也就是说,伪同步发生于正常同步频率 $\pm m \cdot f_g$ (m 是 0 以外的整数)这种频率位置。所以,频率分级变化部 46 根据该频率 f_g 计算 $+F_g, -F_g, +2F_g, -2F_g, \dots$, 据此控制频率修正部 32A, 使其频率按 $+f_g, -f_g, +2f_g, -2f_g, \dots$ 变化,强制其偏移到相位修正部 34 中可取得相位同步的频率,从而最终取得正常的相位同步(图 41)。

本第五实施形态的解调装置,在频率修正部 32A 中强制偏移该相位修正部 34 中相位同步的频率。以下用图 36 说明频率修正部 32A 的动作。

图 36 中,频率修正部 32A 包括:频率误差检测部 321;频率误差保持部 322;加法器 325;数值控制振荡部 323;复数乘法部 324。

如图 36 所示,频率修正部 32A 的结构为在图 17 的频率修正部 32 中进一步增加加法器 325。频率误差保持部 322 的输出信号和频率分级变化部 46 输出的频率分级变化控制信号输入至加法器 325。加法器 325 通过将所输入的两个信号相加,强制使数值运算振荡部(NCO)323 的振荡频率偏移。然后,对这种偏移频率再度进行相位修正(步骤 S401,步骤 S104)。

综上所述,本发明第五实施形态的解调装置,进行在载波同步辅助信号段对相位同步的检测和在帧同步信号/TMCC 信号段对有无位差错的检测,根据该检测结果判断是否正常同步。而伪同步时,则控制频率修正部 32A 的频率,使相位修正部 34 能正常同步。

由此,可在频率修正部 32A 进行的频率引入过程等当中,避免相位修正部 34 中的伪同步。

(第六实施形态)

本发明第六实施形态的解调装置,与上述第二~第五实施形态相同,是避免在上述第一实施形态的解调装置,相位修正部 34 中伪同步所造成的误动作的,但第六实施形态的解调装置,与上述第二~第四实施形态解调装置控制相位修正部不同,而是与上述第五实施形态相同,利用伪同步频率已知(如上文所述,可由码元频率和载波同步辅助信号的插入周期唯一确定),来控制频率修正部。

以下说明避免上述伪同步所造成误动作的本发明第六实施形态的解调装置。

图 42 是表示权利要求 14、37、39、45、65 所对应的本发明第六实施形态的解调装置其构成的框图。图 42 中,第六实施形态的解调装置包括:正交检波部 31,频率修正部 32A,限带滤波器 33,相位修正部 34,帧同步检测部 35,定时信号生成部 36,第一相位同步检测部 43A,第二相位同步检测部 43B,伪同步判定部 45,频率分级变化部 46,第一纠错部 37,第二纠错部 38,视频解码器 39, TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 42 所示, 第六实施形态的解调装置, 其结构为在上述第一实施形态解调装置当中, 进一步增加第一相位同步检测部 43A 和第二相位同步检测部 43B 和伪同步判定部 45 和频率分级变化部 46, 并用频率修正部 32A 替代频率修正部 32, 而对于上述第四实施形态的解调装置, 结构为用频率修正部 32A 替代频率修正部 32, 将相位修正部 34A 改回相位修正部 34, 并进一步增加频率分级变化部 46。

另外, 第六实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第四实施形态解调装置的构成相同, 对于相应构成部分加相同标号, 省略其说明。

而且, 第六实施形态解调装置所进行的处理步骤, 与上述第五实施形态中图 37 所示的处理步骤相同, 故省略其说明。

以下说明第六实施形态解调装置进行与上述第四实施形态解调装置不同动作的部分。

如上文所述, 伪同步判定部 45 根据第一相位同步检测部 43A 的检测结果和第二相位同步检测部 43B 的检测结果, 判断相位同步是正常同步还是伪同步。接下来, 伪同步判定部 45 当上述判定结果判定为正常同步时, 照原样过渡至正常解调处理(步骤 S105), 判定为伪同步时, 便向频率分级变化部 46 输出使之进行分级变化动作的信号(就信号方式而言, 与上述复位信号相同)(步骤 S401)。

另外, 伪同步判定部 45 中, 生成进行分级变化动作的信号的方法和伪同步判定部 45 的构成在上述第五实施形态中已经说明, 故而这里省略说明。

频率分级变化部 46 如上述第五实施形态中所说明的那样, 每当脉冲信号(图 40(a))为高电平, 便依次输出如图 40(d)所示的频率信号, 即 $+F_g$, $-F_g$, $+2F_g$, $-2F_g$, ...。接着, 频率分级变化部 46 将所输出的频率分级变化控制信号输入频率修正部 32A 的加法器 325。加法器 325 通过将输入的两个信号相加, 强制使数值运算振荡部(NCO)323 的振荡频率偏移。然后, 对这种偏移频率再度进行相位修正(步骤 S401, 步骤 S104)。

综上所述, 本发明第六实施例的解调装置, 进行在载波同步辅助信号段对相位同步的检测和在帧同步信号/TMCC 信号段对相位同步的检测, 根据该检测结果判断是否正常同步。而伪同步时, 则控制频率修正部 32A 的频率, 使相位修正部 34 能正常同步。

由此，可在频率修正部 32A 进行的频率引入过程等当中，避免相位修正部 34 中的伪同步。

(第七实施形态)

本发明第七实施形态的解调装置，与上述第二～第六实施形态相同，是避免在上述第一实施形态的解调装置，相位修正部 34 中伪同步所造成的误动作的。本第七实施形态的解调装置，进行上述第二实施例所进行的对相位修正部的控制，和上述第五实施形态所进行的对频率修正部的控制。

以下说明避免上述伪同步所造成误动作的本发明第七实施形态的解调装置。

图 43 是表示权利要求 15、37、39、46、65 所对应的本发明第七实施形态的解调装置其构成的框图。图 43 中，第七实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32A，限带滤波器 33，相位修正部 34A，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，频率引入检测部 42，相位同步检测部 43A，纠错检测部 44，伪同步判定部 45，频率分级变化部 46，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 43 所示，第七实施形态的解调装置，由上述第二实施形态解调装置和上述第五实施形态解调装置的组合构成。所以，第七实施形态解调装置的构成与上述第二和第五实施形态解调装置的构成相同，加相同标号，省略其说明。

但处理步骤的顺序有些不同，故以下用图 44 说明第七实施形态的解调装置所进行的处理步骤。

解调装置首先在帧同步检测部 35 对经调谐器(未图示)输入正交检波部 31 的信号进行帧同步信号的检测(步骤 S101)。帧同步检测部 35 检测出的帧首部信号输入至定时信号生成部 36。解调装置在定时信号生成部 36 中，根据帧同步检测部 35 检测的帧首部信号，检测出 1 通信帧内帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段，生成图 6(c)所示的与该帧段相对应的 BPSK 定时信号(步骤 S102)。另外，也可以是图 6(d)所示的仅与载波同步辅助信号段相对应的 BPSK 定时信号。该 BPSK 定时信号(图 6(c))输出至频率修正部 32A、相位修正部 34A、频率引入检测部 42。而图 6(d)所示的给出载波同步辅助信号段的信号输出至相位同步检测部 43。

接下来，解调装置在频率修正部 32A 中，对 BPSK 定时信号段进行频率误差的修正(步骤 S103)。接着，解调装置在频率引入检测部 42 中，对频率修正后的信号计算平均频率误差，判定频率引入状态(步骤 S201)。解调装置在该步骤 S201 判定过程中，判定未进行频率引入时，便返回上述步骤 S103，再度对频率误差进行修正处理，而判定进行过频率引入时，对相位修正部 34A 使相位修正动作复位后(步骤 S304)，重新对相位误差进行修正处理(步骤 S104)。

上述一系列频率误差和相位误差的修正处理一旦结束，解调装置便在伪同步判定部 45 中，根据相位同步检测部 43 检测出的载波同步辅助信号段的相位同步状态和纠错检测部 44 检测出的可否对 TMCC 信号纠错的检测结果，判断当前状态是正常同步、伪同步和非同步当中的哪一种(步骤 S302、S303)。接着，解调装置在该步骤 S302、S303 中，判定是非同步状态时，便返回上述步骤 S104，再度对相位误差进行修正处理，判定是伪同步状态时，由频率分级变化部 46 使频率修正部 34A 的振荡频率分级变化后(步骤 S401)，返回上述步骤 S104，再度对相位误差进行修正处理。而解调装置在上述步骤 S302、S303 中判定是正常同步状态时，便照原样过渡至通常的解调处理(步骤 S105)。

综上所述，本发明第七实施例的解调装置，设有频率引入检测部 42，在频率修正部 32A 中进行频率修正，直到修正为不是相位修正部 34A 伪同步的频率后，将相位修正部 34A 复位，使之再度动作。此外，进行在载波同步辅助信号段对相位同步的检测和在帧同步信号/TMCC 信号段对有无位差错的检测，根据该检测结果判断是否是正常同步，在伪同步时，可控制频率修正部 32A 的频率，使相位修正部 34A 能进行正常同步。

由此，可在频率修正部 32A 进行的频率引入过程等当中，避免相位修正部 34A 中的伪同步。

(第八实施形态)

本发明第八实施形态的解调装置，与上述第二～第七实施形态相同，是避免在上述第一实施形态的解调装置，相位修正部 34 中伪同步所造成的误动作的。本第八实施形态的解调装置，进行上述第二实施例所进行的对相位修正部的控制，和上述第六实施形态所进行的对频率修正部的控制。

以下说明避免上述伪同步所造成误动作的本发明第八实施形态的解调装

置。

图 45 是表示权利要求 16、37、39、47、65 所对应的本发明第八实施形态的解调装置其构成的框图。图 45 中，第八实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32A，限带滤波器 33，相位修正部 34A，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，频率引入检测部 42，第一相位同步检测部 43A，第二相位同步检测部 43B，伪同步判定部 45，频率分级变化部 46，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 45 所示，第八实施形态的解调装置，由上述第二实施形态解调装置和上述第六实施形态解调装置的组合构成。所以，第八实施形态解调装置的构成与上述第二和第六实施形态解调装置的构成相同，加相同标号，省略其说明。

而且，第八实施形态解调装置所进行的处理步骤与上述第七实施形态解调装置基本相同，流程图省略，以下参见图 44 说明。

解调装置首先在帧同步检测部 35 对经调谐器(未图示)输入正交检波部 31 的信号进行帧同步信号的检测(步骤 S101)。帧同步检测部 35 检测出的帧首部信号输入至定时信号生成部 36。解调装置在定时信号生成部 36 中，根据帧同步检测部 35 检测的帧首部信号，检测出 1 通信帧内帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段，生成图 6(c)所示的与该帧段相对应的 BPSK 定时信号(步骤 S102)。另外，也可以是图 6(d)所示的仅与载波同步辅助信号段相对应的 BPSK 定时信号。该 BPSK 定时信号(图 6(c))输出至频率修正部 32A、相位修正部 34A、频率引入检测部 42。而图 6(d)所示的给出载波同步辅助信号段的信号输出至第一相位同步检测部 43A，图 34 所示的给出帧同步信号/TMCC 信号段的信号输出至第二相位同步检测部 43B。

接下来，解调装置在频率修正部 32A 中，对 BPSK 定时信号段进行频率误差的修正(步骤 S103)。接着，解调装置在频率引入检测部 42 中，对频率修正后的信号计算平均频率误差，判定频率引入状态(步骤 S201)。解调装置在该步骤 S201 判定过程中，判定未进行频率引入时，便返回上述步骤 S103，再度对频率误差进行修正处理，而判定进行过频率引入时，对相位修正部 34A 使相位修正动作复位后(步骤 S304)，重新对相位误差进行修正处理(步骤 S104)。

上述一系列频率误差和相位误差的修正处理一旦结束，解调装置便在伪同步

判定部 45 中, 根据第一相位同步检测部 43A 检测出的载波同步辅助信号段的相位同步状态和第二相位同步检测部 43B 检测出的可否对 TMCC 信号纠错的检测结果, 判断当前状态是正常同步、伪同步和非同步当中的哪一种(步骤 S302、S303)。接着, 解调装置在该步骤 S302、S303 中, 判定是非同步状态时, 便返回上述步骤 S104, 再度对相位误差进行修正处理, 判定是伪同步状态时, 由频率分级变化部 46 使频率修正部 34A 的振荡频率分级变化后(步骤 S401), 返回上述步骤 S104, 再度对相位误差进行修正处理。而解调装置在上述步骤 S302、S303 中判定是正常同步状态时, 便照原样过渡至正常解调处理(步骤 S105)。

综上所述, 本发明第八实施例的解调装置, 设有频率引入检测部 42, 在频率修正部 32A 中进行频率修正, 直到修正为不是相位修正部 34A 伪同步的频率后, 将相位修正部 34A 复位, 使之再度动作。此外, 进行在载波同步辅助信号段对相位同步的检测和在帧同步信号/TMCC 信号段对相位同步的检测, 根据该检测结果判断是否正常同步, 在伪同步时, 控制频率修正部 32A 的频率, 使相位修正部 34A 能正常同步。

由此, 可在频率修正部 32A 进行的频率引入过程等当中, 避免相位修正部 34A 中的伪同步。

(第九实施形态)

本发明第九实施形态的解调装置, 是减小在上述第一实施形态的解调装置, 相位噪声所造成相位抖动的影响, 以提高接收性能的。

因此, 先说明利用 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号和载波同步辅助信号进行相位修正时解调信号的相位抖动。

输入解调装置的通信帧, 即相位调制信号, 主要由卫星广播天线和调谐器的频率变换所用的本机振荡频率信号的相位噪声引起, 相位稍稍产生变动, 如图 46 所示。这种相位变动称为相位抖动。

可是调制装置发送的通信帧, 如图 2 所示, 分布有 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号和载波同步辅助信号。所以, 解调装置为了在此信号段进行载波同步, 如上述第一实施形态中所说明的那样, 使频率修正部 32 和频率修正部 34 仅在帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段工作。

因此, 上述相位抖动在相位修正部 34 工作帧段可修正, 但除此以外的帧段

则无法修正。具体来说，在帧同步信号/TMCC 信号段，和载波同步辅助信号段以外的由 BPSK、QPSK 和 8PSK 调制的主信号(高层信号和低层信号)段，无法修正相位抖动，调制信号中便留有相位抖动。

因此，例如 8PSK 调制信号当中，在图 47 所示 C/N 低的场合(图中与网格圆的部分相对应表示，圆小的表示 C/N 高，大的表示 C/N 低)，若有相位抖动留下，相位修正部 34 的输出便越过识别各码点的相位边界线(图中用虚线表示)，具体来说，有误码发生。

以下说明减轻相位抖动影响，提高接收性能的本发明第九实施形态的解调装置。

图 48 是表示权利要求 17、37、48 所对应的本发明第九实施形态的解调装置其构成的框图。图 48 中，第九实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34B，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，帧同步判定部 47，C/N 检测部 48，门信号选择部 49，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

图 49 是表示第九实施形态解调装置所进行动作的流程图。

如图 48 所示，第九实施形态的解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加帧同步判定部 47 和 C/N 检测部 48 和控制信号选择部 49，并用相位修正部 34B 替代相位修正部 34。

另外，第九实施形态解调装置的其他构成与上述第一实施形态解调装置的构成相同，对相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，对图 49 中进行与图 5 相同处理的步骤，加相同的步骤标号，省略其说明。

先参见图 50 说明帧同步判定部 47 的动作。

图 50 是表示帧同步判定部 47 构成的框图。图 50 中，帧同步判定部 47 包括相位识别部 471 和核对部 472。

通过调谐器(未图示)输入的信号，在如上述第一实施形态所述进行过频率修正和相位修正后(步骤 S103、S104)，从相位修正部 34B 输入至相位识别部 471。核对部 472 将相位识别部 471 所识别的信号，同预定的帧同步信号进行核对，检测出是否能够取得帧同步，并向控制信号选择部 49 输出该结果(步骤 S501)。

接下来, 参见图 51 说明 C/N 检测部 48 的动作。

图 51 是表示 C/N 检测部 48 构成的框图, 是根据相位误差等效地进行 C/N 检测的。图 51 中, C/N 检测部 48 包括: 相位误差检测部 481; 取绝对值部 482; 切换部 483; 常数发生部 484; 由加法器 485a 和延迟部 485b 和切换部 485c 和常数发生部 485d 构成的积分部 485; 定时信号发生部 486; C/N 高电平判定部 487。

通过调谐器(未图示)输入的信号, 在如上述第一实施形态所述进行过频率修正和相位修正后(步骤 S103、S104), 从相位修正部 34B 输入至相位误差检测部 481。相位误差检测部 481 如上文所述, 以无相移场合的 \circ 标记作为接收侧的基准, 将有频偏场合的 \times 标记的相移作为相位误差 $\Delta\Phi$ [度]检测(参见图 19)。相位误差检测部 481 检测的相位误差 $\Delta\Phi$ 在取绝对值部 482 中变换为正值 $|\Delta\Phi|$ 。此外, 取绝对值部 482 输出的相位误差 $|\Delta\Phi|$ 经切换部 483 输入加法器 485a, 对在某恒定帧段逐一取相位误差 $|\Delta\Phi|$ 的平均。这里, 仅在 1 通信帧内 BPSK 调制的载波同步辅助信号段进行 C/N 检测, 因而用定时信号生成部 36 输出的定时信号(图 6(d))进行切换部 483 的切换。该切换部 483 进行切换, 在定时信号的 BPSK 调制信号段(图 6(d)中高电平帧段)将取绝对值部 482 所输出的相位误差 $|\Delta\Phi|$ 输入积分部 485, 除此以外的帧段, 将常数发生部 484 所发生的“常数 0”输入积分部 485。定时信号发生部 486 发生恒定周期的定时脉冲, 控制切换部 485c。积分部 485 按照定时信号发生部 486 所发生的定时脉冲, 将加法器 485a 的输入切换为延迟部 485b 的反馈输出和常数发生部 485d 发生的“常数 0”中的任意一个, 输出每一恒定帧段的平均相位误差 $|\Delta\Phi|$ 。C/N 高电平判定部 487 输入积分部 485 输出的平均相位误差, 当定时信号发生部 486 产生定时脉冲时, 根据该平均相位误差是否低于预定的阈值来判定 C/N 是高还是低(步骤 S502)。接下来, 该判定结果是, 平均相位误差低于预定的阈值时, C/N 高电平判定部 487 便判定 C/N 较高, 向门信号选择部 49 输出该结果。

这里, 必须确定 C/N 高电平判定部 487 中的阈值, 使低 C/N 时不因相位修正中使用相位数多的调制方式而相位修正部 34B 中相位误差检测部 341 输出错误的相位误差信息。

例如, n 相 PSK 码间距离 D , 若令 n 相 PSK 信号振幅为 A , 可由下面式(4)表示。

$$D = 2 \cdot A \cdot \sin(\pi/n) \quad \cdots (4)$$

若根据该式(4), n 相 PSK 码间距离 D 则为, 在 BPSK 调制中, $D = 2A$, QPSK 调制中, $D = \sqrt{2}A$, 8PSK 调制中, $D = 2A \sin(\pi/8)$. 通常可认为, 如图 47 所示, 噪声的有效振幅值小于码间距离 D 的 $1/2$ 的话, 相位误差检测部 341 便不输出错误的相位误差信息, 这时的 C/N 可由下面式(5)表示.

$$C/N = 20 \cdot \log(A/(D/2)) \quad [\text{dB}] \quad \cdots (5)$$

C/N 高电平的门限, 决定在 8PSK 帧段如何进行相位修正. 因此, 上述式(5)中, 将 8PSK 的码间距离代入 n 相 PSK 码间距离 D 中求出的 8.3dB, 为 C/N 高电平门限的大致标准.

图 51 中的 C/N 检测部 48 是对相位误差取绝对值, 等效地求出 C/N 的, 与此 8.3dB 相当的 C/N 高电平判定部 487 的门限, 为 8PSK 的码点中相邻相位识别分界线(图 47 中的虚线)角度差的 $1/2$, 即 11.25 [度].

接下来, 参见图 52 说明控制信号选择部 49 的动作.

图 52 是表示门信号选择部 49 构成的框图. 图 52 中, 控制信号选择部 49 包括 AND 电路 491, 常数发生部 492 和切换部 493.

帧同步判定部 47 输出的判定结果输入至 AND 电路 491 的某一输入端子, C/N 检测部 48 输出的检测结果输入至另一输入端子. 切换部 493 输入定时信号生成部 36 的输出信号, 即 BSKP 调制信号段的定时信号(图 6(c)或 6(d)), 和常数发生部 492 发生的“常数 1(高电平)”, 根据 AND 电路 491 指令的信号切换输出. 这里, 切换部 493 切换的时候, 当帧同步判定部 47 输出的判定结果为“同步”, 且 C/N 检测部 48 输出的检测结果为“ C/N 高”时, 便输出“常数 1”, 即输出指令在通信帧的全部帧段实施相位修正动作的门信号(步骤 S503), 除此以外的结果时, 便输出定时信号生成部 36 的输出信号, 即输出指令仅在 BPSK 区间实施相位修正动作的门信号(图 6(c)或 6(d)) (步骤 S504).

此控制信号输出至相位修正部 34B 的相位误差保持部 342.

以下说明相位修正部 34B 的动作.

该相位修正部 34B 相对于上述第一实施形态解调装置的相位修正部 34, 仅在相位误差检测部 341 的构成方面有差异. 所以, 以下参见图 53 和图 54 说明相位误差检测部 341 的动作.

图 53 是表示相位误差检测部 341 构成的框图。图 53 中, 相位误差检测部 341 包括 BPSK 相位误差检测部 341a, 8PSK 相位误差检测部 341b 和切换部 341d。图 54 是 BPSK 相位误差检测部 341a 和 8PSK 相位误差检测部 341b 所进行的相位误差检测的说明图。

包含有相位误差的复数乘法部 344 的输出, 输入至 BPSK 相位误差检测部 341a 和 8PSK 相位误差检测部 341b 两者。BPSK 相位误差检测部 341a 检出相对于 BPSK 调制轴(0 度, 180 度)的相位误差(图 54(a))。8PSK 相位误差检测部 341b 检测相对于 8PSK 调制轴(0 度, 45 度, 90 度, 135 度, 180 度, 225 度, 270 度, 315 度)的相位误差(图 54(b))。切换部 341d 利用定时信号生成部 36 输出的定时信号进行切换, 定时信号段(BPSK 调制帧段)向相位误差保持部 342 输出 BPSK 相位误差检测部 341a 检测的相位误差, 除此以外的帧段则向相位误差保持部 342 输出 8PSK 相位误差检测部 341b 检测的相位误差。

另外, 相位误差保持部 342 以后的动作与上述第一实施形态所说明的相同, 但不是定时信号生成部 36 输出的定时信号(门信号), 而是利用门信号选择部 49 输出的门信号(参见图 48)作为对切换部 342a 和保持部 342f 进行控制的信号。

因此, 相位修正部 34B 可随定时信号和门信号, 根据 C/N 的状态进行相位修正(步骤 S505)。

其内容示于下面表 3。

另外, 下面表 3 中, 所谓“BPSK 同步信号段”是指帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段两个帧段(利用上述图 6(c)定时信号的场合), 或仅仅是载波同步辅助信号段这一帧段(利用上述图 6(d)定时信号的场合)。

(表 3)

相位同步 (帧同步判定 部 47 的输出)	C/N 状态 (C/N 检测部 48 的输出)	相位修正的对象
无	—	BPSK 同步信号段
有	低	BPSK 同步信号段
	高	视为 8PSK 时整个主信号段, 和 BPSK 同步信号段

综上所述，本发明第九实施形态的解调装置，根据载波同步辅助信号段的相位误差，检测在 BPSK 调制信号段相位同步时的 C/N 状态，当该 C/N 为预定电平时，即便对通信帧的主信号段也视为经 8PSK 调制，进行相位误差修正。

因此，在低 C/N 状态也能高速稳定地进行载波同步，同时可减轻解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

另外，C/N 检测部 48 中相位误差检测部 481 具有与相位修正部 34B 的相位误差检测部 341 相同的功能，因而，可以使两者的相位误差检测部共用，共用时可实现电路规模的减小。而且帧同步判定部 47 是一例判定相位同步的方法，因而用上述第三实施形态中说明的相位同步检测部 43 来替代帧同步判定部 47，也可获得相同的效果。

(第十实施形态)

本发明第十实施形态的解调装置，与上述第九实施形态相同，是减小在上述第一实施形态的解调装置，相位噪声所造成相位抖动的影响，以提高接收性能的。

以下说明减轻上述相位抖动影响，提高接收性能的本发明第十实施形态的解调装置。

图 55 是表示权利要求 18、37、49 所对应的本发明第十实施形态的解调装置其构成的框图。图 55 中，第十实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34C，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，纠错检测部 44，帧同步判定部 47，C/N 检测部 48A，门信号选择部 49A，解调方式切换部 50，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

图 56 是表示第十实施形态解调装置所进行动作的流程图。

如图 55 所示，第十实施形态的解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加纠错检测部 44、帧同步判定部 47、C/N 检测部 48A 和门信号选择部 49A，并用相位修正部 34C 替代相位修正部 34，而相对于上述第九实施形态解调装置，其构成为进一步增加纠错检测部 44 和解调方式切换部 50，并用 C/N 检测部 48A 替代 C/N 检测部 48，用门信号选择部 49A 替代门信号选择部 49。

另外，第十实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第九实施形态解调装置的构成相同，对于相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，对图 56 中进行与图 5 和图 9 相同处理的步骤，加相同的步骤标号，省略其说明。

先说明纠错检测部 44 的动作。

纠错检测部 44 输入第二纠错部 38 在纠错过程中输出的表示无法纠错的信号和表示留有差错的信号。接着，纠错检测部 44 检测是否对 TMCC 信号进行正确的纠错，并向门信号选择部 49A 输出该检测结果(步骤 S601)。

接下来，参见图 57 说明 C/N 检测部 48A 的动作。

图 57 是表示 C/N 检测部 48A 构成的框图，是利用相位误差等效地检测 C/N 的。图 57 中，C/N 检测部 48A 包括：相位误差检测部 481；取绝对值部 482；切换部 483；常数发生部 484；由加法器 485a 和延迟部 485b 和切换部 485c 和常数发生部 485d 构成的积分部 485；定时信号发生部 486；C/N 高电平判定部 487；和 C/N 低电平判定部 488。

如图 57 所示，C/N 检测部 48A 的构成为在上述第九实施形态中 C/N 检测部 48 构成当中，进一步增加 C/N 低电平判定部 488。

C/N 高电平判定部 487 输入积分部 485 输出的平均相位误差，当定时信号发生部 486 发生定时脉冲时，根据该平均相位误差是否低于预定的第一阈值，判定 C/N 是否高(步骤 S502)。接下来，该判定结果是，该平均相位误差低于预定的第一阈值时，C/N 高电平判定部 487 判定 C/N 较高，并向控制信号选择部 49A 输出该结果。而 C/N 低电平判定部 488 输入积分部 485 输出的平均相位误差，当定时信号发生部 486 发生定时脉冲时，根据该平均相位误差是否高于预定的第二阈值，判定 C/N 是否低(步骤 S602)。接下来，该判定结果是，该平均相位误差高于预定的第二阈值时，C/N 低电平判定部 488 判定 C/N 较低，并向控制信号选择部 49A 输出该结果。

这里，例如 C/N 高电平判定部 487 中的第一阈值，如上文所述，将 11.25 [度] 确定为大致标准为宜。

而 C/N 低电平阈值是判决是否仅在 BPSK 区间进行相位修正的。因此，上述式(5)中，将 QPSK 码间距离代入 n 相 PSK 码间距离 D 中求出的 3dB 成为 C/N 低

电平阈值的大致标准。与该 3dB 相当的 C/N 低电平判定部 488 的阈值，为 QPSK 码点中相邻相位识别分界线的角度差的 1/2，即 22.5 [度]。

所以，这时 C/N 检测部 48A 的输出如下面表 4 所示。

(表 4)

相位误差	C/N 高电平 判定输出	C/N 低电平 判定输出	C/N 判定
11.25 度以下	高逻辑电平	低逻辑电平	高
11.25 度 ~ 22.5 度	低逻辑电平	低逻辑电平	中
22.5 度以上	低逻辑电平	高逻辑电平	低

以下参见图 58 说明门信号选择部 49A 的动作。

图 58 是表示门信号选择部 49A 构成的框图。图 58 中，门信号选择部 49A 包括 AND 电路 491、495，常数发生部 492，切换部 493、494 和 OR 电路 496、497。

切换部 493 输入的是 TMCC 解码器 40 经 OR 电路 497 输入的给出主信号 BPSK 调制帧段和 QPSK 调制帧段这两种帧段的定时信号，和常数发生部 492 发生的“常数 1”，并根据 C/N 高电平判定 487 输出的判定结果，切换输出。切换部 494 输入的是 TMCC 解码器 40 输入的给出主信号 BPSK 调制帧段的定时信号，和切换部 493 输出的信号，并根据 C/N 低电平判定 488 输出的判定结果，切换输出。这里，切换部 493 和 494 切换的时候，当 C/N 判定为“高”时，便输出“常数 1”，即输出控制信号，指令在通信帧的全部帧段实施相位修正动作(步骤 S503)，当 C/N 判定为“中”时，便输出主信号 QPSK 和 BPSK 调制帧段的定时信号(步骤 S603)，当 C/N 判定为“低”时，便输出主信号 BPSK 调制帧段的定时信号(步骤 S504)。

而 AND 电路 491 中分别输入帧同步判定部 47 输出的判定结果和纠错检测部 44 输出的检测结果。该 AND 电路 491 的输出与上述切换部 494 输出的信号一起输入 AND 电路 495。而 OR 电路 496 则输入 AND 电路 495 的输出和定时信号生成部 36 输出的 BPSK 定时信号。所以，仅当由 AND 电路 491、495 和 OR 电路 496 取得相位同步，并且对 TMCC 正确纠错时，切换部 494 的输出信号才作为门

信号输出,除此以外的场合,则如上文所述,输出 BPSK 定时信号(图 6(c)或 6(d))作为门信号。

此控制信号输出至相位修正部 34C 的相位误差保持部 342。

以下参见图 59 说明解调方式切换部 50 的动作。

图 59 示出的是解调方式切换部 50 所输入的各个定时信号和所输出的解调方式信号。

解调方式切换部 50 输入定时信号生成部 36 输出的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段的定时信号(图 59(b)),以及 TMCC 解码器 40 输出的主信号 QPSK 定时信号(图 59(c))、主信号 BPSK 定时信号(图 59(d))。解调方式切换部 50 根据各个这些定时信号,生成表示 BPSK 调制信号段的第一解调方式信号(图 59(e))和表示 QPSK 调制信号段的第二解调方式信号(图 59(f)),输出至相位误差检测部 341。

上述第一和第二解调方式信号用于对相位误差检测部 341 解调方式的切换。

以下说明相位修正部 34C 的动作。

该相位修正部 34C 相对于上述第一实施形态解调装置的相位修正部 34,仅在相位误差检测部 341 的构成方面有差异。所以,以下参见图 60 和图 61 说明相位误差检测部 341 的动作。

图 60 是表示相位误差检测部 341 构成的框图。图 60 中,相位误差检测部 341 包括 BPSK 相位误差检测部 341a、QPSK 相位误差检测部 341b、8PSK 相位误差检测部 341c,和切换部 341d、341e。图 61 是 BPSK 相位误差检测部 341a、QPSK 相位误差检测部 341b 和 8PSK 相位误差检测部 341c 所进行的相位误差检测的说明图。

包含有相位误差的复数乘法部 344 的输出,分别输入至 BPSK 相位误差检测部 341a、QPSK 相位误差检测部 341b 和 8PSK 相位误差检测部 341c。BPSK 相位误差检测部 341a 检测相对于 BPSK 调制轴(0 度, 180 度)的相位误差(图 61(a))。QPSK 相位误差检测部 341b 检测相对于 QPSK 调制轴(45 度, 135 度, 225 度, 315 度)的相位误差(图 61(b))。8PSK 相位误差检测部 341c 检测相对于 8PSK 调制轴(0 度, 45 度, 90 度, 135 度, 180 度, 225 度, 270 度, 315 度)的相位误差(图 61(c))。切换部 341d 利用解调方式切换部 50 输出的第二解调方式

信号(图 59(d))进行切换, 在高电平信号帧段向切换部 341e 输出 QPSK 相位误差检测部 341b 检测的相位误差, 其他帧段则向切换部 341e 输出 8PSK 相位误差检测部 341b 检测的相位误差. 切换部 341e 利用解调方式切换部 50 的第一解调方式信号 (图 59(c))进行切换, 在高电平信号帧段向相位误差保持部 342 输出 BPSK 相位误差检测部 341a 检测的相位误差, 除此以外帧段则向相位误差保持部 342 输出切换部 341d 输出的相位误差.

也就是说, 按 BPSK>QPSK>8PSK 的优先级进行相位误差检测部 341 解调方式的切换.

另外, 相位误差保持部 342 以后的动作与上述第一实施形态所说明的相同, 但不是利用定时信号生成部 36 输出的定时信号(门信号), 而是利用控制信号选择部 49A 输出的控制信号(参见图 55)作为对切换部 342a 和保持部 342f 的门信号.

因此, 相位修正部 34C 可随第一和第二解调方式信号以及门信号, 根据 C/N 的状态进行相位修正(步骤 S505).

其内容示于下面的表 5.

另外, 下面表 5 中, 所谓“BPSK 同步信号段”是指帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段两个帧段(利用上述图 6(c)定时信号の場合), 或仅仅是载波同步辅助信号段这一帧段(利用上述图 6(d)定时信号の場合).

(表 5)

相位同步 (帧同步判定部 47 的输出)	纠错 (纠错检测部 44 的输出)	C/N 状态 (C/N 检测部 48A 的输出)	相位修正的对象
无	—	—	BPSK 同步信号段
有	未完成	—	BPSK 同步信号段
	完 成	低	BPSK 主信号段, 和 BPSK 同步信号段
		中	按相应的调制方式, 为 BPSK、 QPSK 主信号段, 和 BPSK 同步信号段
		高	按相应的调制方式, 为全部帧段

综上所述, 本发明第十实施形态的解调装置, 根据载波同步辅助信号段的相位误差, 检测在 BPSK 调制信号段相位同步时的 C/N 状态, 按照该 C/N 状态和相位误差检测部 341 中设定的多种相位调制方式所对应的基准相位, 初始的载波再现利用 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段, 进行相位修正, 相位同步后, 在该帧段以外的主信号调制帧段, 也进行相位修正。

因此, 在低 C/N 状态也能高速稳定地进行载波同步, 同时可减轻 BPSK、QPSK 和 8PSK 调制的主信号段解调信号相位抖动的影响, 提高接收性能。

另外, C/N 检测部 48A 中相位误差检测部 481 具有与相位修正部 34C 的相位误差检测部 341 相同的功能, 因而, 可以使两者的相位误差检测部共用。共用时可实现电路规模的减小。而且帧同步判定部 47 是一例判定相位同步的方法, 因而用上述第三实施形态中说明的相位同步检测部 43 来替代帧同步判定部 47, 也可获得相同的效果。

(第十一实施形态)

本发明第十一实施形态的解调装置, 与上述第九和第十实施形态相同, 减小在上述第一实施形态的解调装置, 相位噪声所造成相位抖动的影响, 以提高接收性能的。

以下说明减轻上述相位抖动影响, 提高接收性能的本发明第十一实施形态的解调装置。

图 62 是表示权利要求 19、37、50 所对应的本发明第十一实施形态的解调装置其构成的框图。图 62 中, 第十一实施形态的解调装置包括: 正交检波部 31, 频率修正部 32, 限带滤波器 33, 相位修正部 34C, 帧同步检测部 35, 定时信号生成部 36, 纠错检测部 44, 帧同步判定部 47, C/N 检测部 48A, 控制信号选择部 49B, 解调方式切换部 50A, 第一纠错部 37, 第二纠错部 38, 视频解调器 39, TMCC 解调器 40 和 BER 测定部 41。

图 63 是表示第十一实施形态解调装置所进行动作的流程图。

如图 62 所示, 第十一实施形态的解调装置, 其构成为在上述第一实施形态解调装置当中, 进一步增加纠错检测部 44、帧同步判定部 47、C/N 检测部 48A、门信号选择部 49B 和解调方式切换部 50A, 并用相位修正部 34C 替代相位修正部 34, 而且, 相对于上述第十实施形态解调装置, 其构成为用门信号选择部 49B

替代门信号选择部 49A，用解调方式切换部 50A 替代解调方式切换部 50。

另外，第十一实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第九～第十实施形态解调装置的构成相同，对相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，对图 63 中进行与图 5、图 49 和图 56 相同处理的步骤，加相同的步骤标号，省略其说明。

先参见图 64 说明门信号选择部 49B 的动作。

图 64 是表示门信号选择部 49B 构成的框图。图 64 中，门信号选择部 49B 包括 AND 电路 491、491a、495，常数发生部 492、492a，切换部 493、494、499，OR 电路 496、497，和 NOT 电路 498。

门信号选择部 49B 中，OR 电路 496 输出之前如上述第一实施形态中所说明的那样，仅当 AND 电路 491、495 和 OR 电路 496 取得相位同步，并且 TMCC 得到正确修正时，切换部 494 的输出信号才作为控制信号输出，除此以外的场合，则如上文所述，BPSK 定时信号(图 6(c)或 6(d))作为门信号输出。

而 AND 电路 491a 中输入 C/N 高电平判定部 487 输出的判定结果、帧同步判定部 47 输出的判定结果和纠错检测部 44 输出的检测结果的反逻辑信号(由 NOT 电路使逻辑值反相)。切换部 499 输入帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段的定时信号，和常数发生部 492a 发生的“常数 1”，根据 AND 电路 491a 的输出切换输出。这里，切换部 499 切换的时候，当取得相位同步，但无法对 TMCC 正确纠错，并且处于高 C/N 状态时，便输出常数发生部 492a 发生的“常数 1”作为控制信号，除此以外的场合，则输出 OR 电路 496 输出的信号作为门信号(步骤 S701)。因此，即便是 TMCC 未正确纠错时，即表示 TMCC 解码器 40 所生成主信号定时的信号不够可靠时，但取得同步，并且处于高 C/N 状态的时候，便输出“常数 1”作为门信号，以指令在整个通信帧的全部帧段实施相位修正动作(步骤 S702)。另外，处于低 C/N 状态时，则输出 BPSK 帧段的信号作为控制信号(步骤 S703)。

此控制信号输出至相位修正部 34C 的相位误差保持部 342。

以下参见图 65 说明解调方式切换部 50A 的动作。

图 65 是表示解调方式切换部 50A 构成的框图。图 65 中，解调方式切换部 50A 包括 AND 电路 501～503 和 OR 电路 504。AND 电路 501 输入帧同步判定

部 47 输出的判定结果和纠错检测部 44 输出的检测结果。AND 电路 502 输入主信号 BPSK 定时信号(参见图 59(d))和 AND 电路 501 的输出。AND 电路 503 输入主信号 QPSK 定时信号(图 59(c))和 AND 电路 501 的输出, 将其逻辑运算结果作为第二解调方式信号输出。OR 电路 504 输入帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段的定时信号(参见图 59(b))和 AND 电路 502 的输出, 将其逻辑运算结果作为第一解调方式信号输出。

象这样由门信号选择部 49B 和解调方式切换部 50A, 控制相位修正部 34C, 并正确纠正 TMCC 信号, 相应于主信号各调制方式进行相位修正之前, 取得同步, 而且处于高 C/N 状态时, 便如上述第九实施形态所说明的那样, 将主信号段视为 8PSK 进行相位修正(步骤 S704, S601)。然后, 与上述第十实施形态中所说明的一样, 相应于各调制方式进行相位修正(步骤 S502 ~ S505, S602 ~ S603)。

下面的表 6 示出其内容。

另外, 下面的表 6 中, 所说的“BPSK 同步信号段”, 是指帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段两个帧段(利用上述图 6(c)定时信号时), 或仅仅是载波同步辅助信号段这一帧段(利用上述图 6(d)定时信号时)。

(表 6)

相位同步 (帧同步判定 部 47 的输出)	纠错 (纠错检测部 44 的输出)	C/N 状态 (C/N 检测部 48A 的输出)	相位修正的对象
无	—	—	BPSK 同步信号段
有	未完成	低	BPSK 同步信号段
		高	视为 8PSK, 整个主信号段, 和 BPSK 同步信号段
	完 成	低	BPSK 主信号段, 和 BPSK 同步信号段
		中	按相应的调制方式, 为 BPSK, QPSK 主信号段, 和 BPSK 同步信号段
		高	按相应的调制方式, 为全部帧段

综上所述，本发明第十一实施形态的解调装置，根据载波同步辅助信号段的相位误差，检测在 BPSK 调制信号段相位同步时的 C/N 状态，当该 C/N 为预定电平时，在通信帧的全部帧段当作 8PSK 调制进行相位误差的修正，并按照相位误差检测部 341 中设定的多种相位调制方式所对应的基准相位，初始的载波再现利用 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段，进行相位修正，相位同步后，在该帧段以外的主信号调制帧段，也进行相位修正。

因此，在低 C/N 状态也能高速稳定地进行载波同步，同时可减轻 BPSK、QPSK 和 8PSK 调制的主信号段解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

(第十二实施形态)

本发明第十二实施形态的解调装置，与上述第九 - 第十一实施形态相同，是减小在针对上述第一实施形态的解调装置，减轻相位噪声造成的相位抖动影响，以提高接收性能的。

以下说明减轻上述相位抖动影响，提高接收性能的本发明第十二实施形态的解调装置。

图 66 是表示权利要求 20、37、51 所对应的本发明第十二实施形态的解调装置其构成的框图。图 66 中，第十二实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34C，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，帧同步判定部 47，BER 检测部 51，门信号选择部 49，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 66 所示，第十二实施形态的解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加帧同步判定部 47、BER 检测部 51 和控制信号选择部 49，并用相位修正部 34C 替代相位修正部 34 的构成，而且，相对于上述第九实施形态解调装置，其构成为用 BER 检测部 51 替代 C/N 检测部 48。

另外，第十二实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第九实施形态解调装置的构成相同，对相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，第十二实施形态解调装置进行的处理步骤，与上述第九实施形态中图 49 所示的处理步骤相同，故省略其说明。

以下参见图 67 说明不同构成的 BER 检测部 51。

图 67 是表示 BER 检测部 51 构成的框图。图 67 中，BER 检测部 51 包括：

纠错再编码部 511, 比较部 512, 和 C/N 高电平判定部 513。

纠错再编码部 511 输入第二纠错部 38 输出的经纠错的 TMCC 信号。接着, 纠错再编码部 511 根据帧同步信号/TMCC 信号段的定时信号, 对所输入的纠错后的 TMCC 信号进行再度编码。比较部 512 输入纠错再编码部 511 输出的经再度编码的 TMCC 信号, 和相位修正部 34C 输出的未经纠错的信号。接下来, 比较部 512 根据帧同步信号/TMCC 信号段的定时信号, 从相位修正部 34C 输出的信号当中提取 TMCC 信号段, 比较此未经纠错的 TMCC 信号和经再度编码的 TMCC 信号, 计算位差错率。C/N 高电平判定部 513 输入比较部 512 输出的位差错率, 根据该位差错率是否低于预定阈值, 来判定 C/N 是高还是低(参见图 49 中步骤 S502)。接下来, 该判定结果是, 位差错率低于预定阈值时, C/N 高电平判定部 513 便判定 C/N 高, 向控制信号选择部 49 输出该结果。

这里, 如上述第九实施形态所述, 必须确定 C/N 高电平判定部 513 中的阈值, 使低 C/N 时不因相位修正中使用相位数较多的调制方式而相位修正部 34C 中相位误差检测部 341 输出错误的相位误差信息。

例如, 试就上述第九实施形态中所用的值 11.25 度计算阈值。如上文所述, 处于 11.25 度的 C/N 由上述式(5)可知为 8.3dB。

而 BPSK 调制的 C/N 与位差错率之间, 通常知道有图 68 所示关系, 若从该图 68 读出 8.3dB 时的位差错率, 便可求得为 1×10^{-4} 。因而, 阈值可将 1×10^{-4} 作为大致标准。

综上所述, 本发明第十二实施形态的解调装置, 根据 TMCC 信号的位差错率检测 BPSK 调制信号段取得相位同步时的 C/N 状态, 当该 C/N 为预定电平时, 对于通信帧的主信号段, 也视为 8PSK 调制, 进行相位误差的修正。

因此, 在低 C/N 状态时也能高速稳定地进行载波同步, 同时可减轻解调信号相位抖动的影响, 提高接收性能。

(第十三实施形态)

本发明第十三实施形态的解调装置, 与上述第九 ~ 第十二实施形态相同, 是减小在上述第一实施形态的解调装置, 相位噪声所造成相位抖动的影响, 并提高接收性能的。

以下说明减轻上述相位抖动影响, 提高接收性能的本发明第十三实施形态的

解调装置。

图 69 是表示权利要求 21、37、52 所对应的本发明第十三实施形态的解调装置其构成的框图。图 69 中，第十三实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34C，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，纠错检测部 44，帧同步判定部 47，BER 检测部 51A，门信号选择部 49A，解调方式切换部 50，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 69 所示，第十三实施形态的解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加纠错检测部 44、帧同步判定部 47、BER 检测部 51A 和控制信号选择部 49A，并用相位修正部 34C 替代相位修正部 34，而且，相对于上述第十实施形态解调装置，其构成为用 BER 检测部 51A 替代 C/N 检测部 48A。

另外，第十三实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第十实施形态解调装置的构成相同，对相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，第十三实施形态解调装置进行的处理步骤，与上述第十实施形态中图 56 所示的处理步骤相同，故省略其说明。

以下参见图 70 说明不同构成的 BER 检测部 51A。

图 70 是表示 BER 检测部 51A 构成的框图。图 70 中，BER 检测部 51A 包括：纠错再编码部 511，比较部 512，C/N 高电平判定部 513，和 C/N 低电平判定部 514。

纠错再编码部 511 输入第二纠错部 38 输出的经纠错的 TMCC 信号。接着，纠错再编码部 511 根据帧同步信号/TMCC 信号段的定时信号，对所输入的纠错后的 TMCC 信号进行再度编码。比较部 512 输入纠错再编码部 511 输出的经再度编码的 TMCC 信号，和相位修正部 34C 输出的未经纠错的信号。接下来，比较部 512 根据帧同步信号/TMCC 信号段的定时信号，从相位修正部 34C 输出的信号当中提取 TMCC 信号段，比较此未经纠错的 TMCC 信号和经再度编码的 TMCC 信号，计算位差错率。C/N 高电平判定部 513 输入比较部 512 输出的位差错率，根据该位差错率是否低于预定第一阈值，来判定 C/N 是否高(参见图 56 中步骤 S502)，而 C/N 低电平判定部 514 输入比较部 512 输出的位差错率，根据该位差

错率是否高于预定第二阈值，来判定 C/N 是否低(参见图 56 中步骤 S602)。接下来，该判定结果是，位差错率低于预定的第一阈值时，C/N 高电平判定部 513 便判定 C/N 高，向门信号选择部 49A 输出该结果，而位差错率高于预定的第二阈值时，C/N 低电平判定部 514 便判定 C/N 低，向门信号选择部 49A 输出该结果。

这里，对于 C/N 高电平判定部 513 中的第一阈值，如上文所述取 1×10^{-4} 为宜。

而对于 C/N 低电平判定部 514 中的第二阈值，按上述第十实施形态中用的 22.5 度处的 $C/N = 3\text{dB}$ ，从图 68 当中读取的话，便可求出 2.3×10^{-2} 。因而，第一阈值可以取 1×10^{-4} ，第二阈值取 2.3×10^{-2} 为大致标准。

综上所述，本发明第十三实施形态的解调装置，根据 TMCC 信号的位差错率，检测在 BPSK 调制信号段相位同步时的 C/N 状态，按照该 C/N 状态和相位误差检测部 341 中设定的多种相位调制方式所对应的基准相位，初始的载波再现利用 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段，进行相位修正，并在相位同步后，该帧段以外的主信号调制帧段，也进行相位修正。

综上所述，本发明第十三实施形态的解调装置，根据 TMCC 信号的位差错率检测 BPSK 调制信号段取得相位同步时的 C/N 状态，当该 C/N 为预定电平时，对于通信帧的主信号段，也视为 8PSK 调制，进行相位误差的修正。

因此，在低 C/N 状态时也能高速稳定地进行载波同步，同时可减轻经 BPSK、QPSK 和 8PSK 调制的主信号段的解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

(第十四实施形态)

本发明第十四实施形态的解调装置，与上述第九 - 第十三实施形态相同，是减小在上述第一实施形态的解调装置，相位噪声所造成的相位抖动的影响，以提高接收性能的。

以下说明减轻上述相位抖动影响，提高接收性能的本发明第十四实施形态的解调装置。

图 71 是表示权利要求 22、37、53 所对应的本发明第十四实施形态的解调装置其构成的框图。图 71 中，第十四实施形态的解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34C，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36，纠错检测部 44，帧同步判定部 47，BER 检测部 51A，门信号选

择部 49B，解调方式切换部 50A，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 71 所示，第十四实施形态的解调装置，其结构为在上述第一实施形态解调装置当中，进一步增加纠错检测部 44、帧同步判定部 47、BER 检测部 51A、门信号选择部 49B 和解调方式切换部 50A，并用相位修正部 34C 替代相位修正部 34，而且，相对于上述第十一实施形态解调装置，其构成为用 BER 检测部 51A 替代 C/N 检测部 48A。

另外，第十四实施形态解调装置的其他构成与上述第一和第十一实施形态解调装置的构成相同，对相应构成部分加相同标号，省略其说明。

而且，第十四实施形态解调装置进行的处理步骤，与上述第十一实施形态中图 63 所示的处理步骤相同，故省略其说明。

综上所述，本发明第十四实施形态的解调装置，根据 TMCC 信号的位差错率检测在 BPSK 调制信号段相位同步时的 C/N 状态，当该 C/N 为预定电平时，通信帧的全部帧段当作 8PSK 调制，进行相位误差的修正，同时按照相位误差检测部 341 中设定的多种相位调制方式所对应的基准相位，初始的载波再现利用 BPSK 调制的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段，进行相位修正，并在相位同步后，该帧段以外的主信号调制帧段，也进行相位修正。

因此，在低 C/N 状态时也能高速稳定地进行载波同步，同时可减轻经 BPSK、QPSK 和 8PSK 调制的主信号段的解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

另外，上述第九～第十四实施形态的解调装置中，不用说，从过渡至正常解调起，也可通过监视 C/N 状态，使相位修正对象随该 C/N 检测结果变化，来减轻解调信号相位抖动的影响，提高接收性能。

另外，记载的上述第二～第八实施形态的解调装置，目的分别在于对基本的第一实施形态解调装置，避免伪同步，上述第九～第十四实施形态的解调装置，目的分别在于对基本的第一实施形态解调装置，减轻相位抖动的影响，但可通过分别组合上述第二～第八实施形态解调装置的构成和上述第九～第十四实施形态解调装置的构成，同时实现对伪同步的防范和对相位抖动影响的改善(权利要求 23～32，54～63)。

而且，上述第一～第十四实施形态中，对于进行时分复用的调制方式，是列

举 BPSK、QPSK 和 8PSK 进行说明的，但载波同步辅助信号的调制方式采取时分复用的 n 相相位调制当中相位数 n 最少的相位调制的话，即便是其他调制方式，也能获得与上文所述相同的效果。

此外，各通信帧内帧同步信号的设置位置与载波同步辅助信号插入周期所处位置接近到某种程度时，还可将上述第九实施形态所述的帧同步判定部 47(图 50)的构成分别用于上述第三、第五和第七实施形态中的相位同步检测部 43，和上述第四、第六和第八实施形态中的第一相位同步检测部 43A，因此可谋求电路简化。

(3)其他发送系统和接收系统

上述(1)发送系统和(2)接收系统的说明中，说明的是通信帧内分布插入 BPSK 调制的载波同步辅助信号，利用该载波同步辅助信号进行频率、相位修正的调制、解调装置和方法。

这里，如上文所述，主信号中存在低层信号，即存在经 BPSK 调制的信号(参见图 2)。所以，将这种 BPSK 调制的主信号即低层信号也用于初始载波再现的话，便能进一步高速稳定地进行同步。

因此，以下说明也利用经 BPSK 调制的低层信号进行载波再现的调制、解调装置和方法。

(调制装置和方法的其他实施形态)

图 72 是表示权利要求 3、4、7、8 所对应的本发明一实施形态其他调制装置构成的框图。图 72 中，本发明一实施形态的其他调制装置包括：帧同步信号/TMCC 信号生成部 11，TS 数据分组合成部 12，TMCC 纠错编码部 13，第一纠错编码部 14，第二纠错编码部 15，第一 BPSK 映射部 16，BPSK/QPSK 映射部 17，8PSK 映射部 18，多路复用/正交调制部 19，同步辅助信号生成部 22，差分编码部 23 和第二 BPSK 映射部 21。

图 73 示出的是本发明一实施形态其他调制装置中所生成的一例通信帧。

如图 72 所示，其他调制装置的构成为在上述调制装置(参见图 1)中进一步增加差分编码部 23，并用同步辅助信号生成部 22 替代同步辅助信号生成部 20。

另外，其他调制装置的其他构成与上述调制装置的构成相同，对相应组成部分加相同标号，省略其说明。

以下说明其他调制装置与上述调制装置不同构成的同步辅助信号生成部 22 和差分编码部 23 的动作。

同步辅助信号发生部 22 如上文所述，生成载波同步辅助信号。这时，同步辅助信号发生部 22 根据所输入的 TMCC 信号，如图 73 所示，叠加定义载波同步辅助信号插入位置的下一数据分组所加解调方式的信息。差分编码部 23 输入叠加调制方式信息的载波同步辅助信号，对调制方式信息进行差分编码，以便解调装置即便在未取得载波同步的状态下，也能对调制方式信息解码。接下来，叠加经这样差分编码的调制方式信息的载波同步辅助信号，输入至第二 BPSK 映射部 21。

此后的动作如上文所述。

列举一例具体数值说明上述同步辅助信号生成部 22 和差分编码部 23 所进行的动作。

现考虑所生成的通信帧在 1 数据分组中插入 4 个码元(1 码元 = 4 位)的载波同步辅助信号的情况。这时，设定同步辅助信号生成部 22 生成的各调制方式的载波同步辅助信号($4 \times 4 = 16$ 位)如下。

8PSK: 0111111111111111

QPSK: 0010101010101010

BPSK: 0101010101010101

若由差分编码部 23 对这种载波同步辅助信号分别进行差分编码，便如下所示。

8PSK: 0101010101010101

QPSK: 0011001100110011

BPSK: 0110011001100110

在后面述及的解调装置中，对这种差分编码后的载波同步辅助信号进行解码的话，便如下所示。

8PSK: X1111111111111111

QPSK: X0101010101010101

BPSK: X1010101010101010

这样，差分编码后的载波同步辅助信号并非是 1 或 0 连续的，因而调制信号

中没有建立载波，而且，差分解码后每 2 位分别出现 7 次相同码型，因而解调装置中可用多次判定，提高可靠性。

综上所述，按照本发明一实施形态的其他调制装置，则在解调装置输出一种通信帧，该通信帧将叠加定义下一数据分组调制方式的载波同步辅助信号用抗低 C/N 状态的 BPSK 进行调制后，分布插入数据分组内。

由此，解调装置即便在低 C/N 状态下，也能利用数据分组内分布的 BPSK 载波同步辅助信号和经 BPSK 调制的主信号，高速稳定地进行载波同步。

(解调装置和方法的其他实施形态)

以下说明对上述本发明一实施形态的其他调制装置所生成的通信帧进行解调的解调装置和方法。

图 74 是表示权利要求 38、64 所对应的本发明一实施形态其他解调装置构成的框图。图 74 中，本发明一实施形态的其他解调装置包括：正交检波部 31，频率修正部 32，限带滤波器 33，相位修正部 34，帧同步检测部 35，定时信号生成部 36A，载波同步辅助信号解码器 52，第一纠错部 37，第二纠错部 38，视频解码器 39，TMCC 解码器 40 和 BER 测定部 41。

如图 74 所示，一实施形态的其他解调装置，其构成为在上述第一实施形态解调装置中，进一步增加载波同步辅助信号解码器 52，并用定时信号生成部 36A 替代定时信号生成部 36。

另外，一实施形态的其他解调装置的其他构成与上述第一实施形态解调装置的构成相同，对相应组成部分加相同标号，省略其说明。

以下依次说明一实施形态其他解调装置与上述第一实施形态解调装置不同构成的载波同步辅助信号解码器 52 和定时信号生成部 36A 的动作。

图 75 是表示载波同步辅助信号解码器 52 构成的框图。图 75 中，载波同步辅助信号解码器 52 包括：延迟检波部 521，相位识别部 522，BPSK 同步辅助信号码型核对部 523 和主信号 BPSK 门信号生成部 524。

延迟检波部 521 输入限带滤波器 33 输出的信号，对当前的相位调制信号和 1 码元前的相位调制信号的复数共轭信号进行复数乘运算。相位识别部 522 识别延迟检波部 521 输出信号的相位，对数据解码。BPSK 同步辅助信号码型核对部 523 从相位识别部 522 输出的信号当中检测出载波同步辅助信号的位置，提取载波同

步辅助信号中所叠加的调制方式信息，输出至主信号 BPSK 控制信号生成部 524。主信号 BPSK 门信号生成部 524 根据所输入的调制方式信息，生成定时信号(门信号)，给出调制方式为 BPSK 的主信号帧段(图 76(c))。

该定时信号输出给定时信号生成部 36A。

定时信号生成部 36A 先根据帧同步检测部 35 检测出的帧首部信号，检测 1 通信帧内的帧同步信号/TMCC 信号段和载波同步辅助信号段，生成与图 76(b)所示该帧段对应的辅助信号 BPSK 定时信号。接下来，定时信号生成部 36A 根据所生成的 BPSK 定时信号(图 76(b))和载波同步辅助信号解码器 52 输出的主信号 BPSK 定时信号(图 76(c))，生成一提供通信帧内 BPSK 调制帧段的全 BPSK 定时信号(图 76(d))。

这种全 BPSK 定时信号输出给频率修正部 32 和相位修正部 34，按该信号进行修正。

综上所述，按照本发明一实施形态的其他解调装置，在时分复用的相位调制信号当中，除了包含数据分组内分布配置的载波同步辅助信号在内的 BPSK，还利用经 BPSK 调制的主信号，进行载波再生。

由此，即便在低 C/N 状态下，也能利用数据分组内分布的 BPSK 载波同步辅助信号和经 BPSK 调制的主信号，高速稳定地进行载波同步。

另外，上述实施形态中，说明的是将载波同步辅助信号解码器 52 和定时信号生成部 36A 这种构成用于上述第一实施形态解调装置的情况。但这种载波同步辅助信号解码器 52 和定时信号生成部 36A 的构成，也可用于上述第二～第十四实施形态的解调装置，可通过这样的应用取得相同效果。

这里，将载波同步辅助信号解码器 52 和定时信号生成部 36A 的构成用于第十、第十一、第十三和第十四实施形态解调装置时，显然也可从载波同步辅助信号解码器 52 获得原先从 TMCC 解码器 40 得到的主信号调制方式信息。

此外，不用说，上述解调装置的各个实施形态中，使正交检波部 31 中的本机振荡信号频率随频率修正部 32 中频率误差保持部 322 的输出可变，利用正交检波部 31 替代上述构成频率修正部 32 中的复数乘法部 324 来修正频率误差，也可获得相同效果。

产业实用性

本发明可用作数字卫星广播系统中，即便是低 C/N 时进行解调装置开机通电或频道选择等动作，也能稳定高速地进行载波同步的调制、解调装置和方法。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

说明书附图

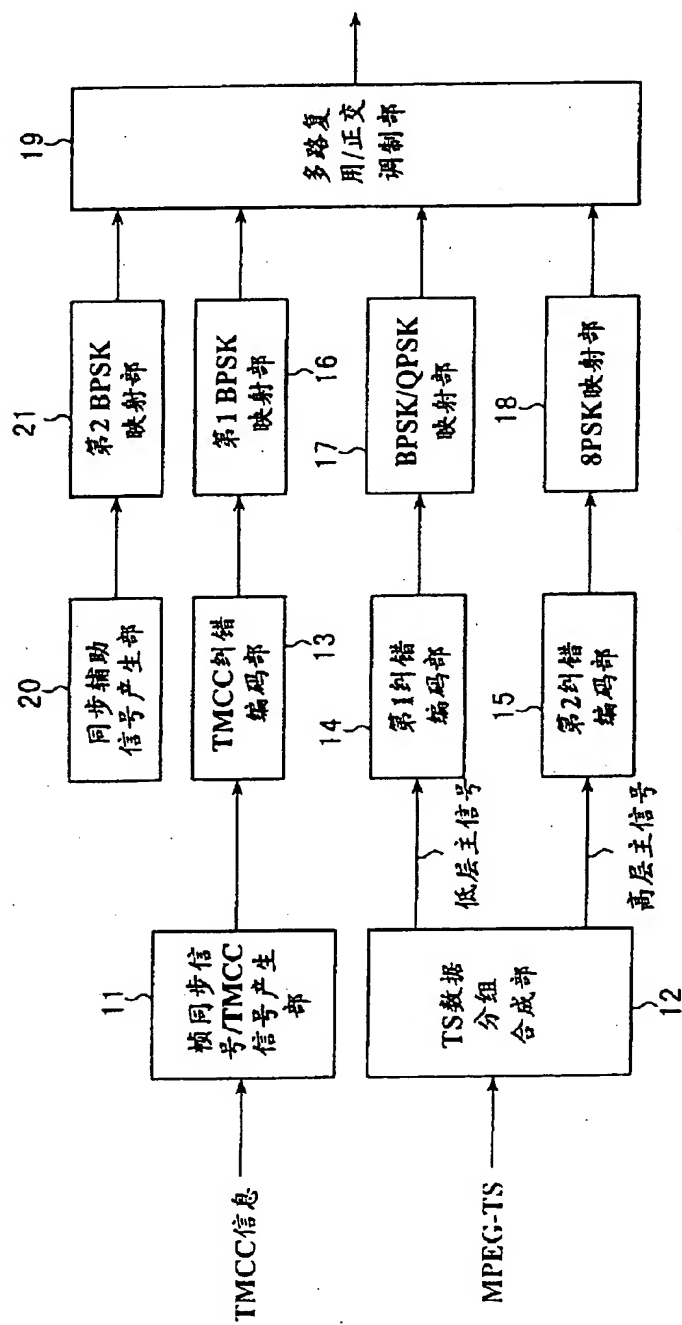


图 1

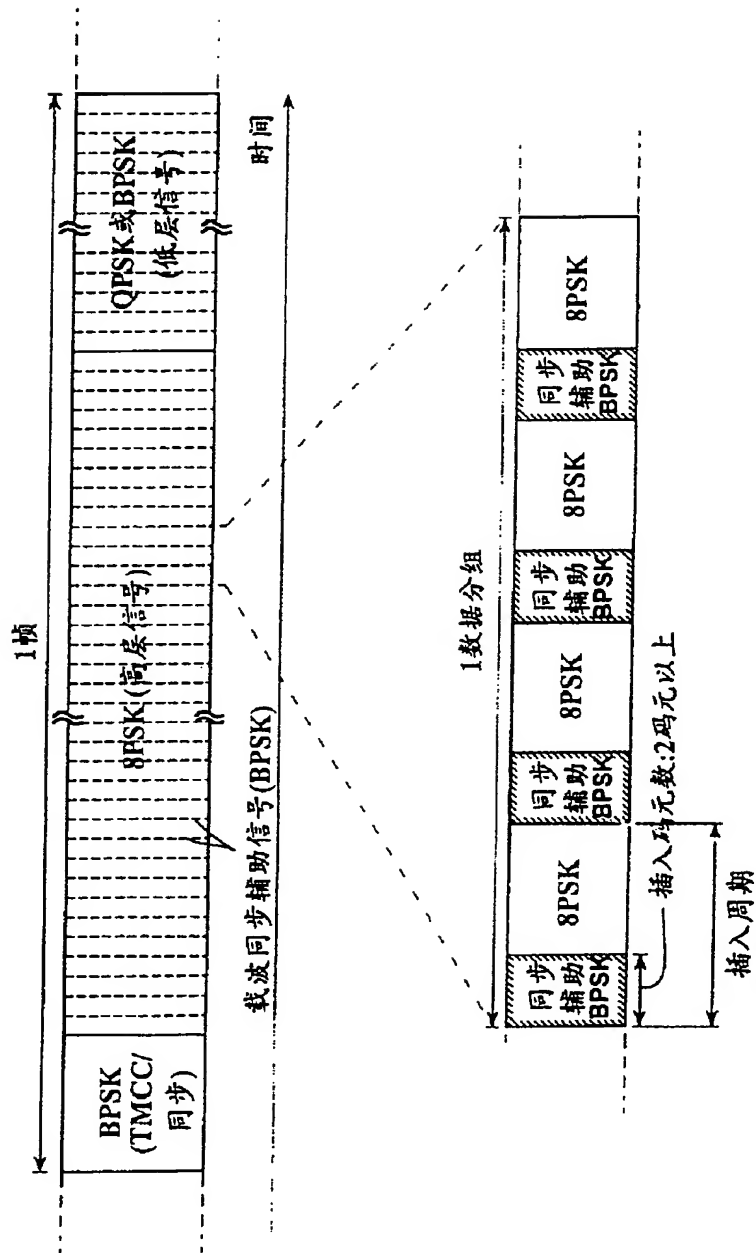


图 2

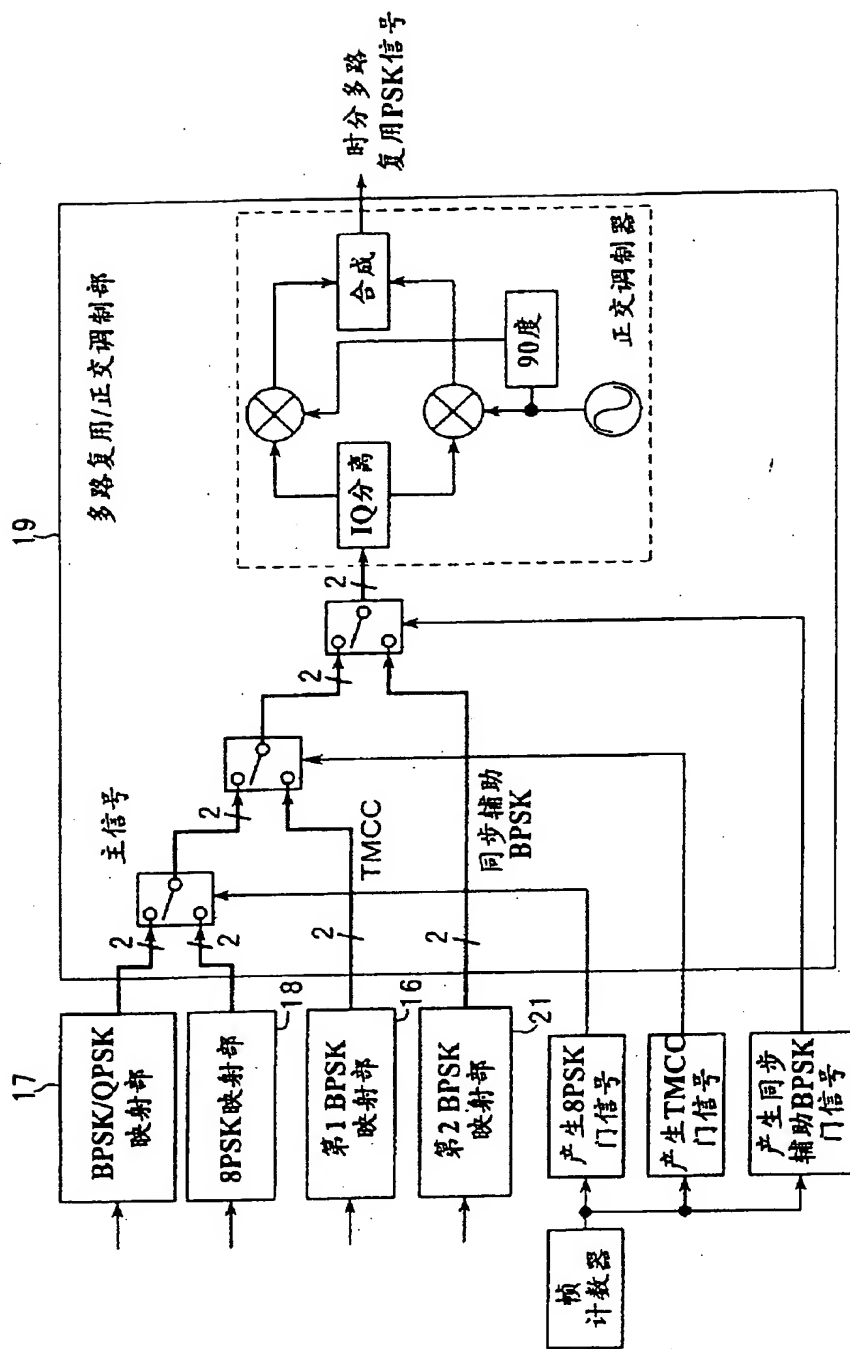


图 3

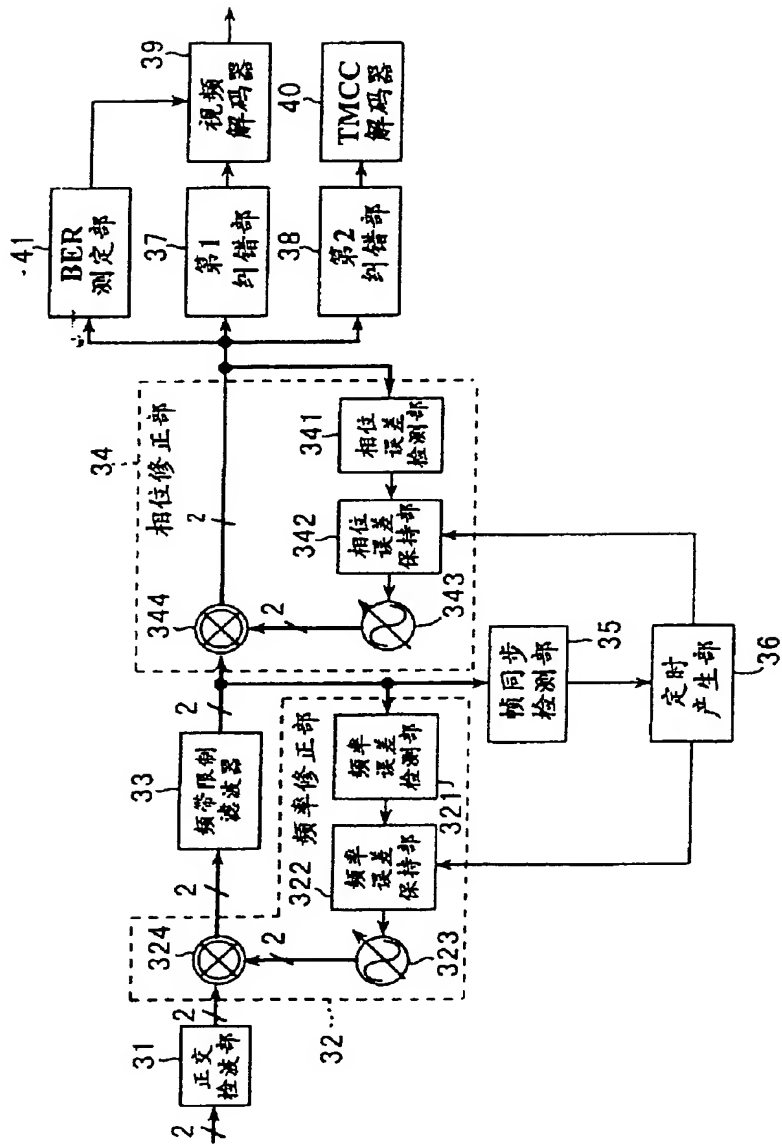


图 4

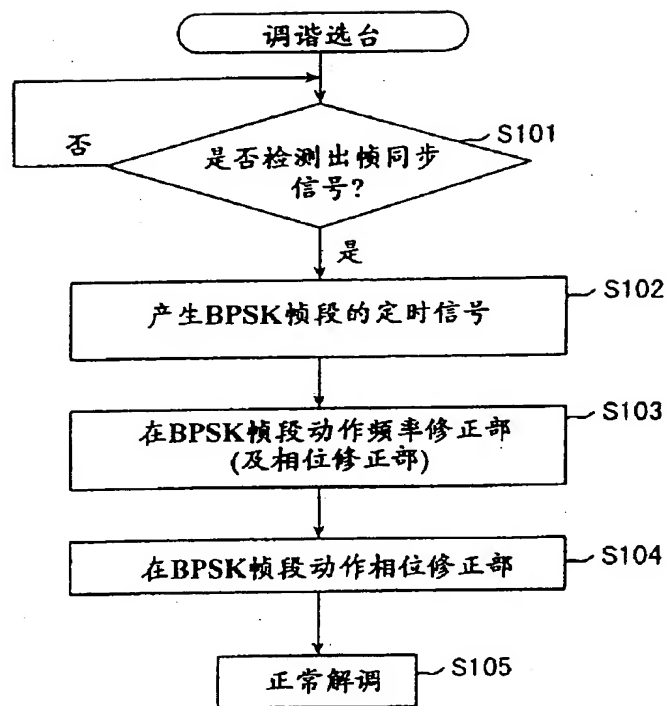
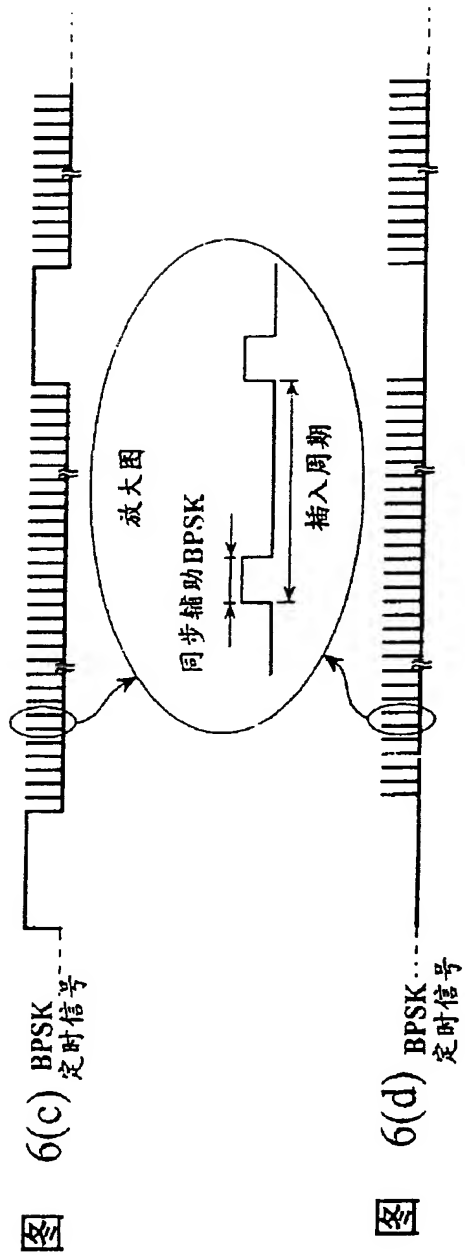
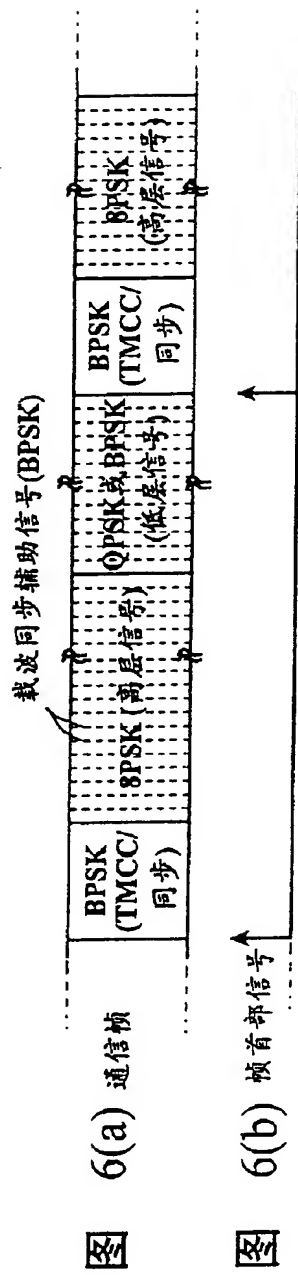


图 5



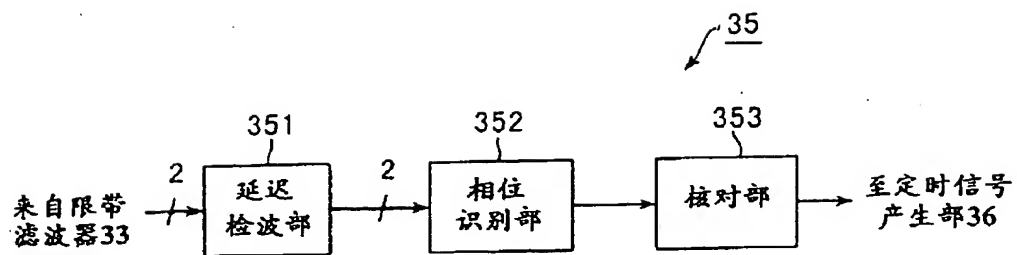


图 7

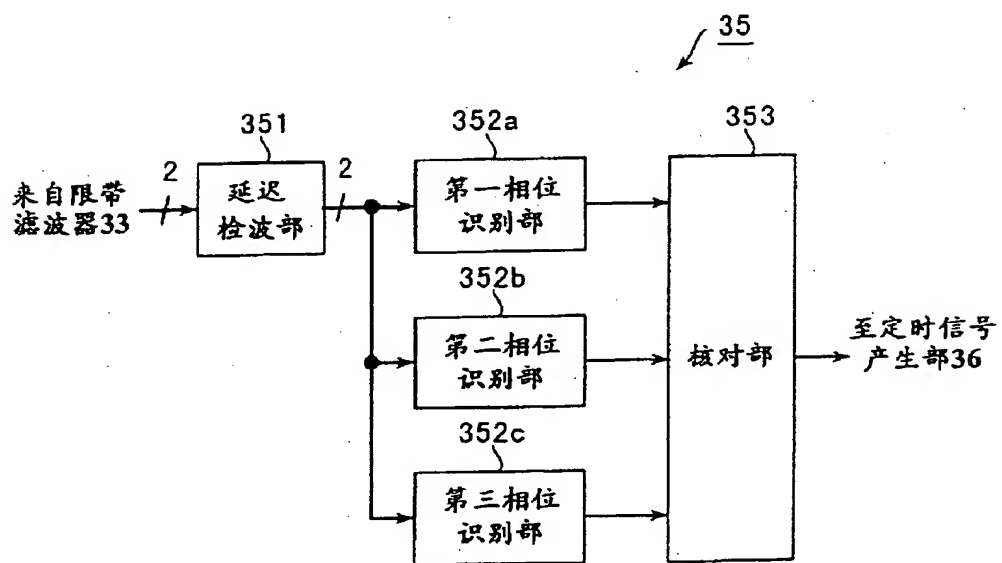


图 8

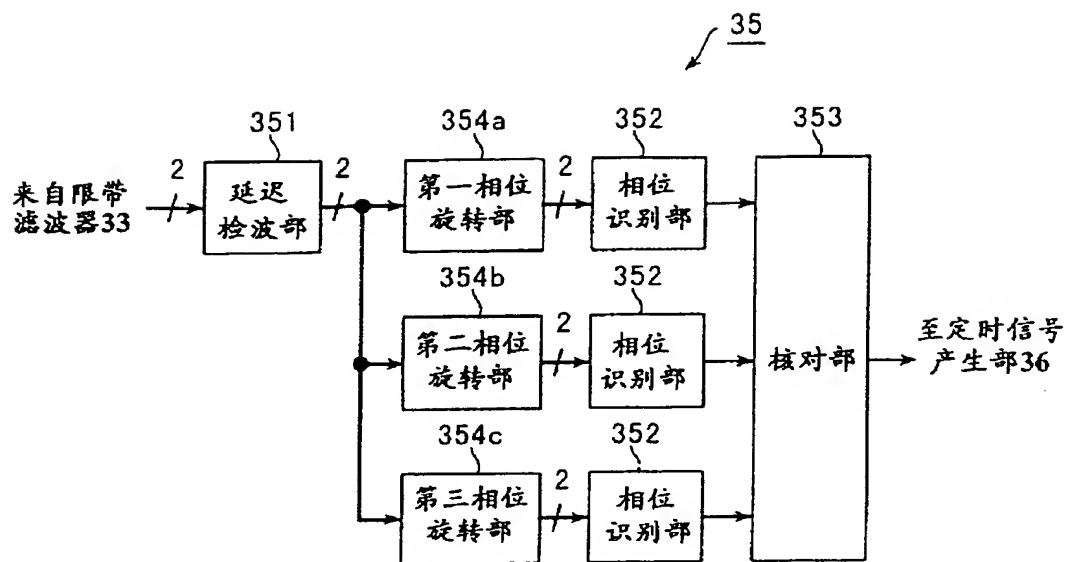


图 9

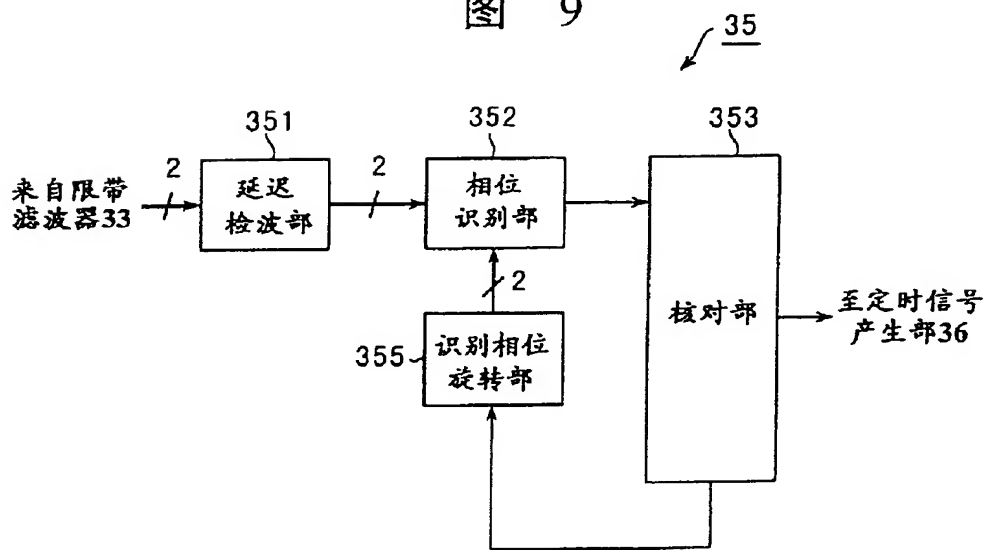


图 10

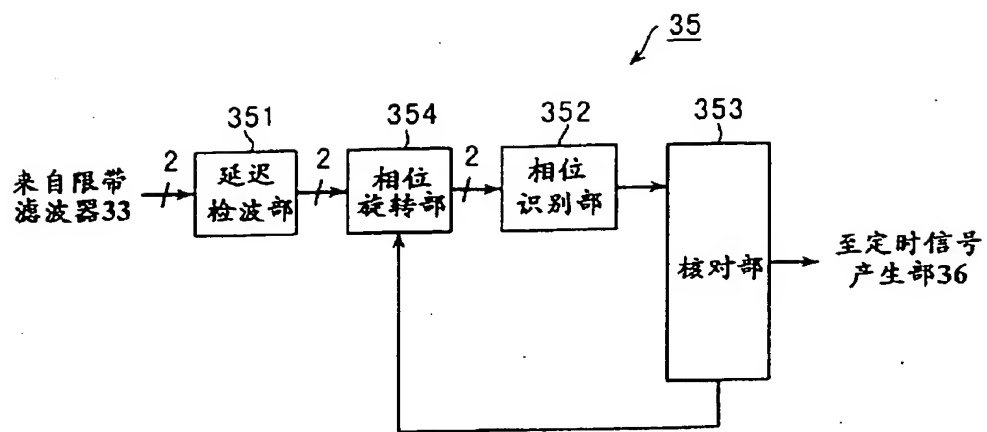


图 11

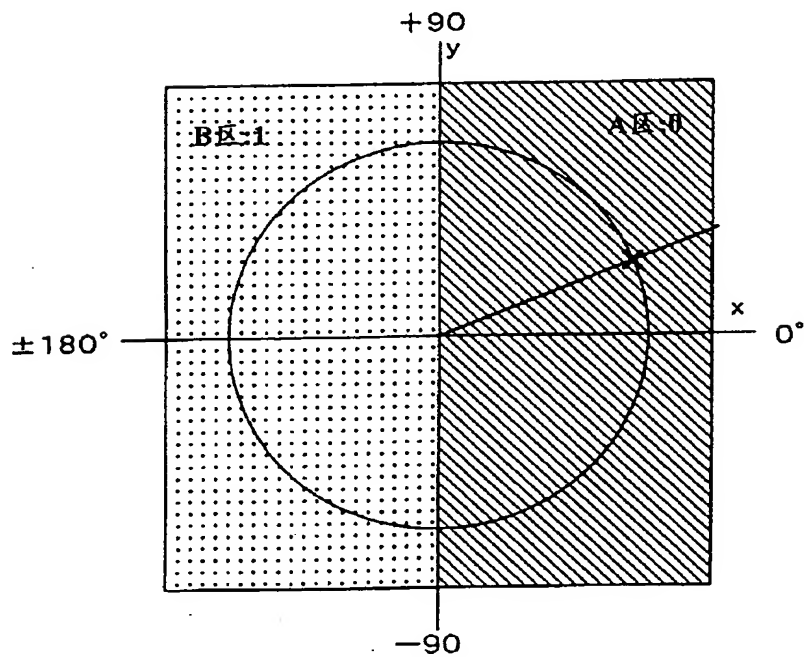


图 12

图 13(a)

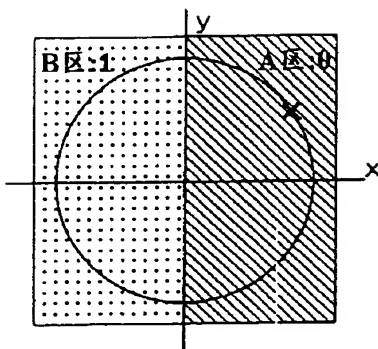


图 13(b)

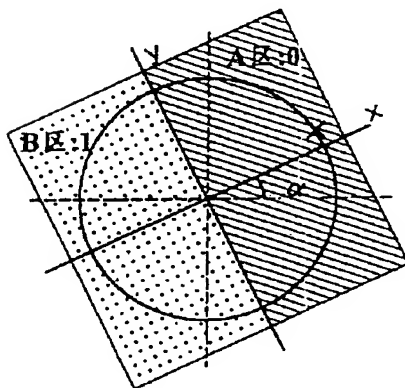
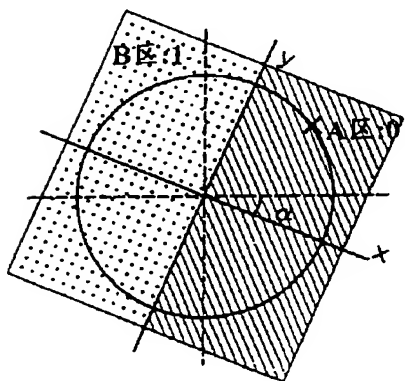


图 13(c)



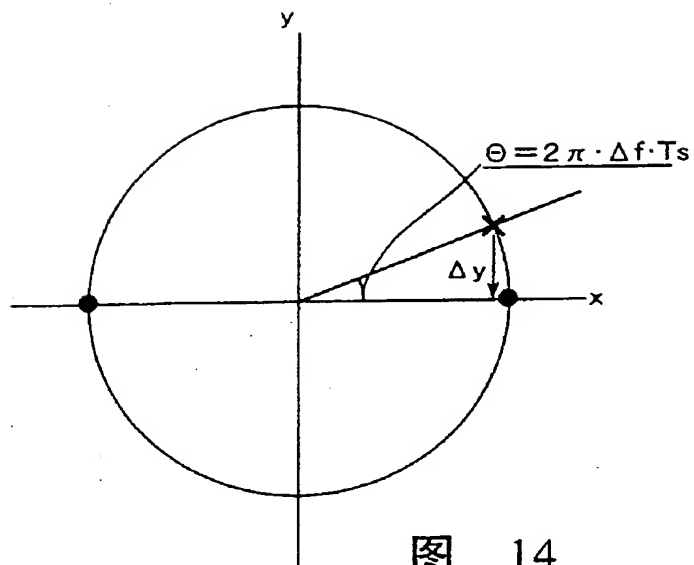


图 14

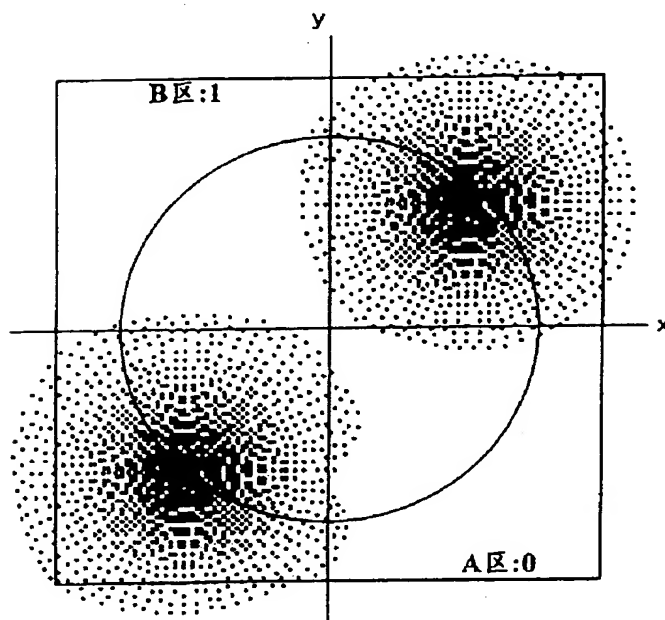


图 15

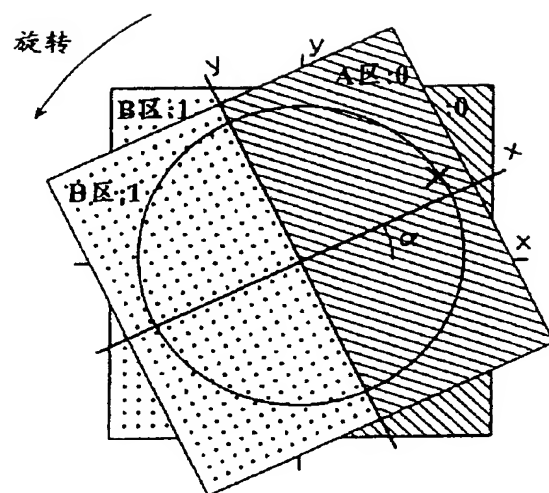


图 16

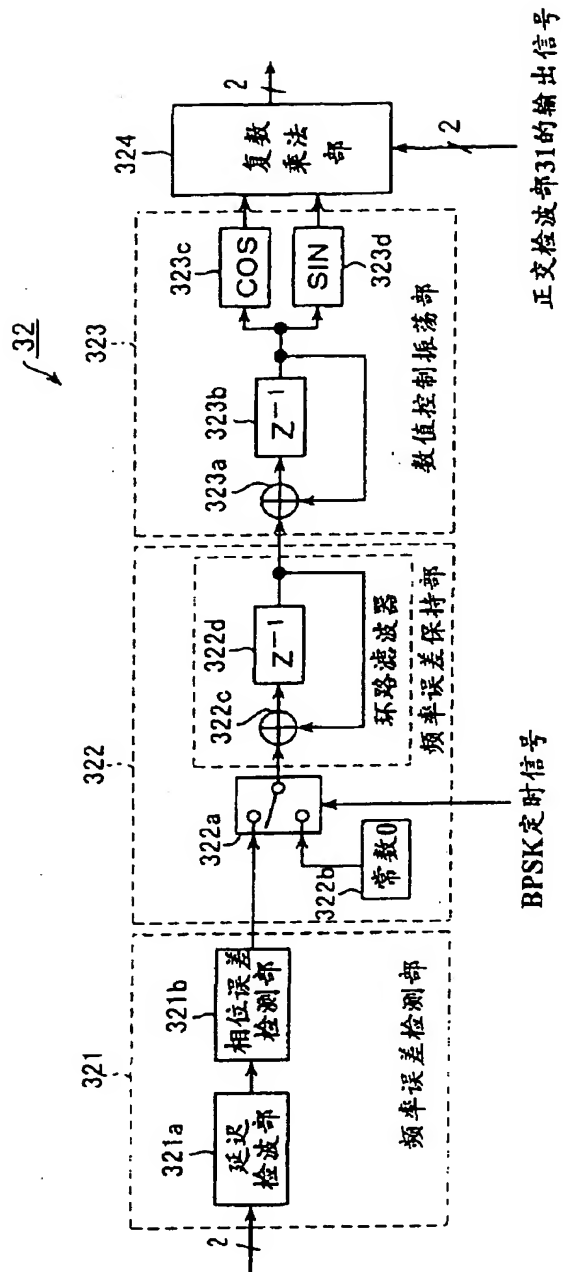


图 17

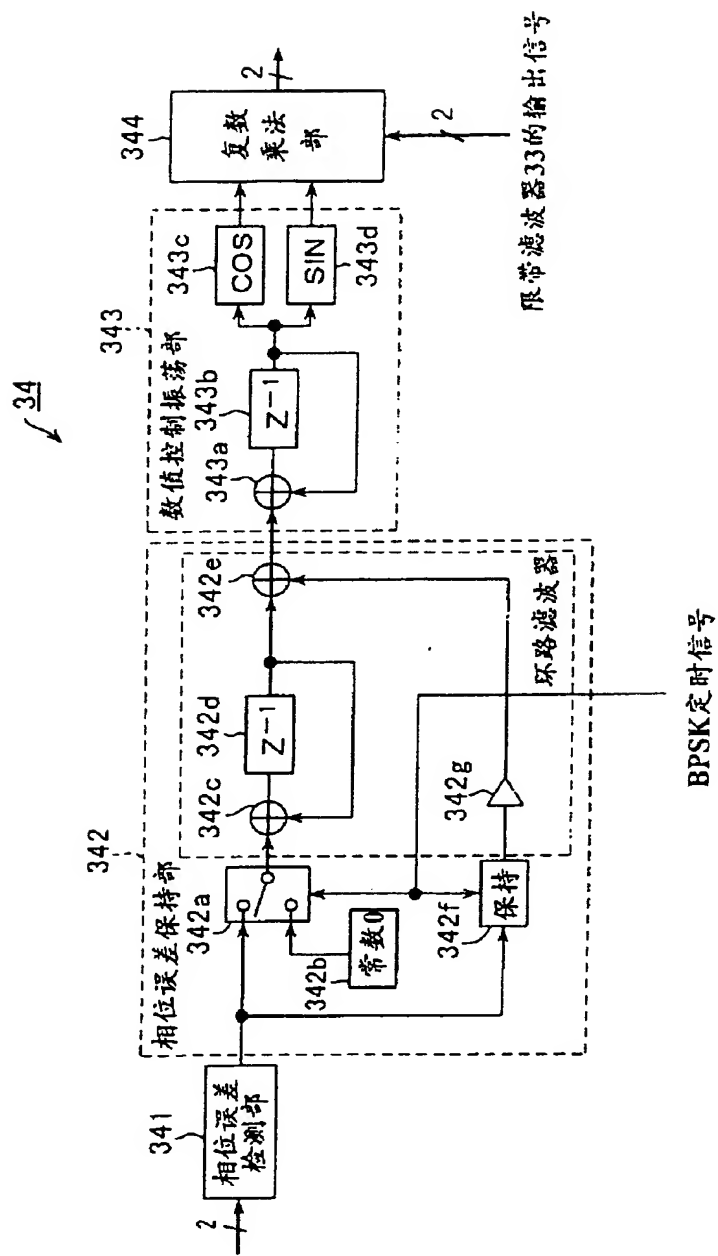


图 18

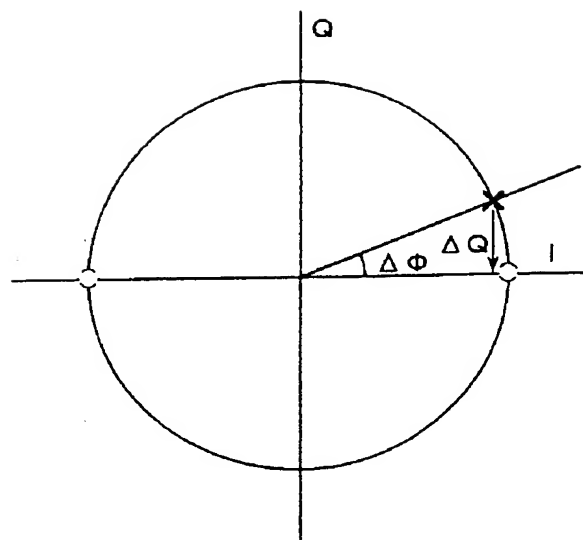


图 19

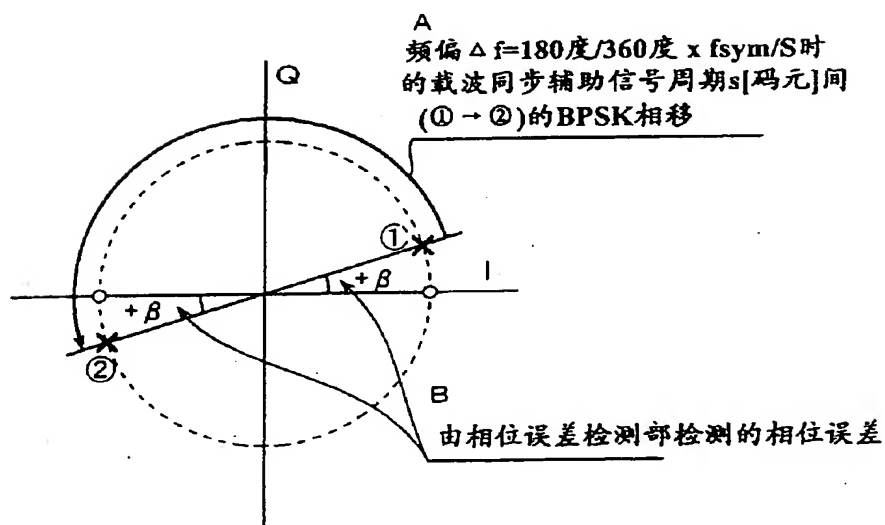


图 20

相位修正部引入的频偏范围

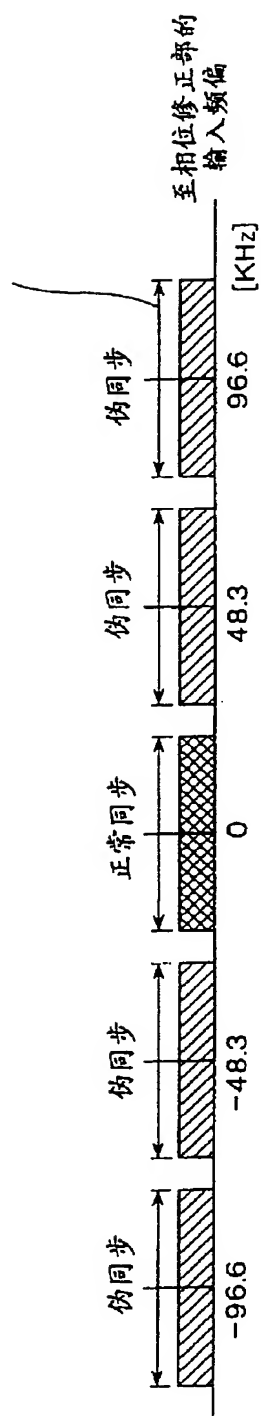


图 21

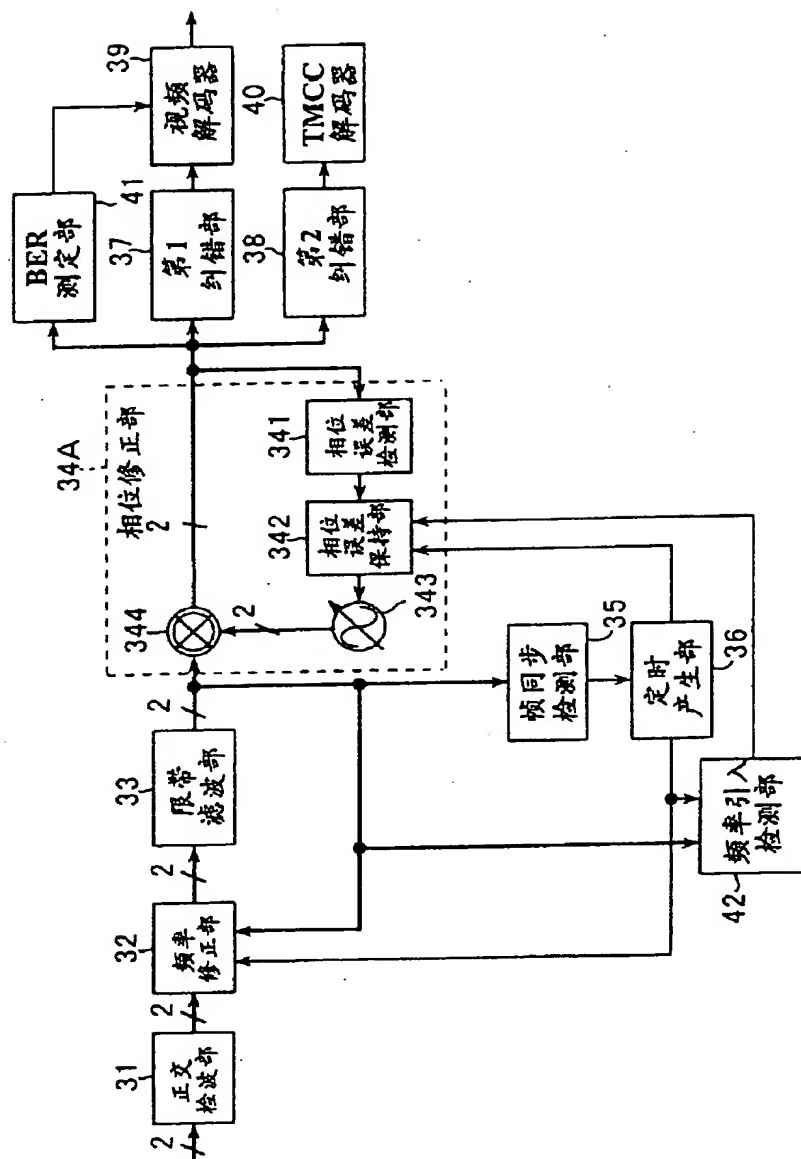


图 22

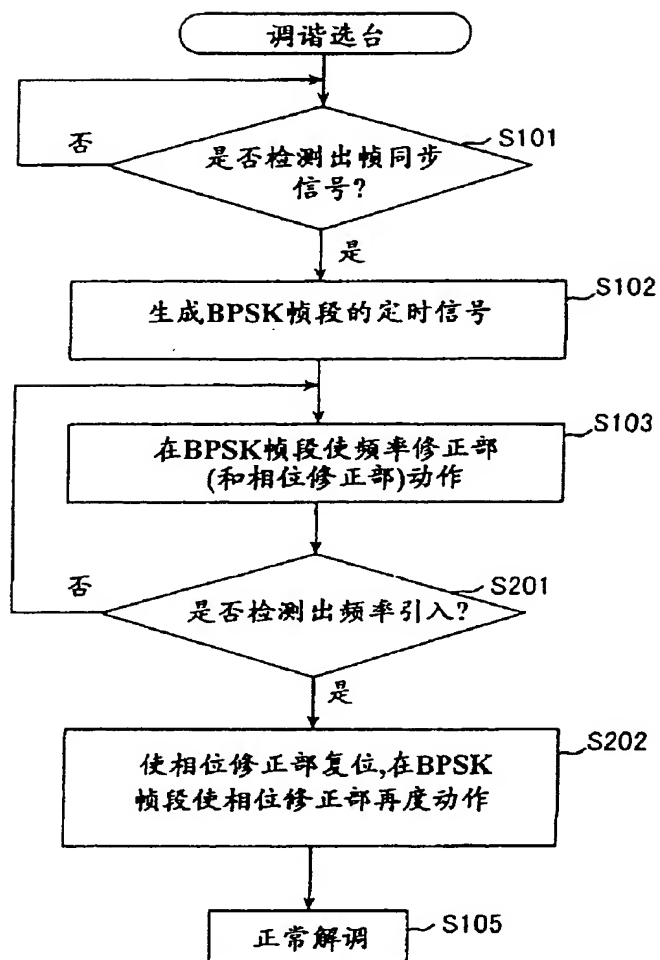


图 23

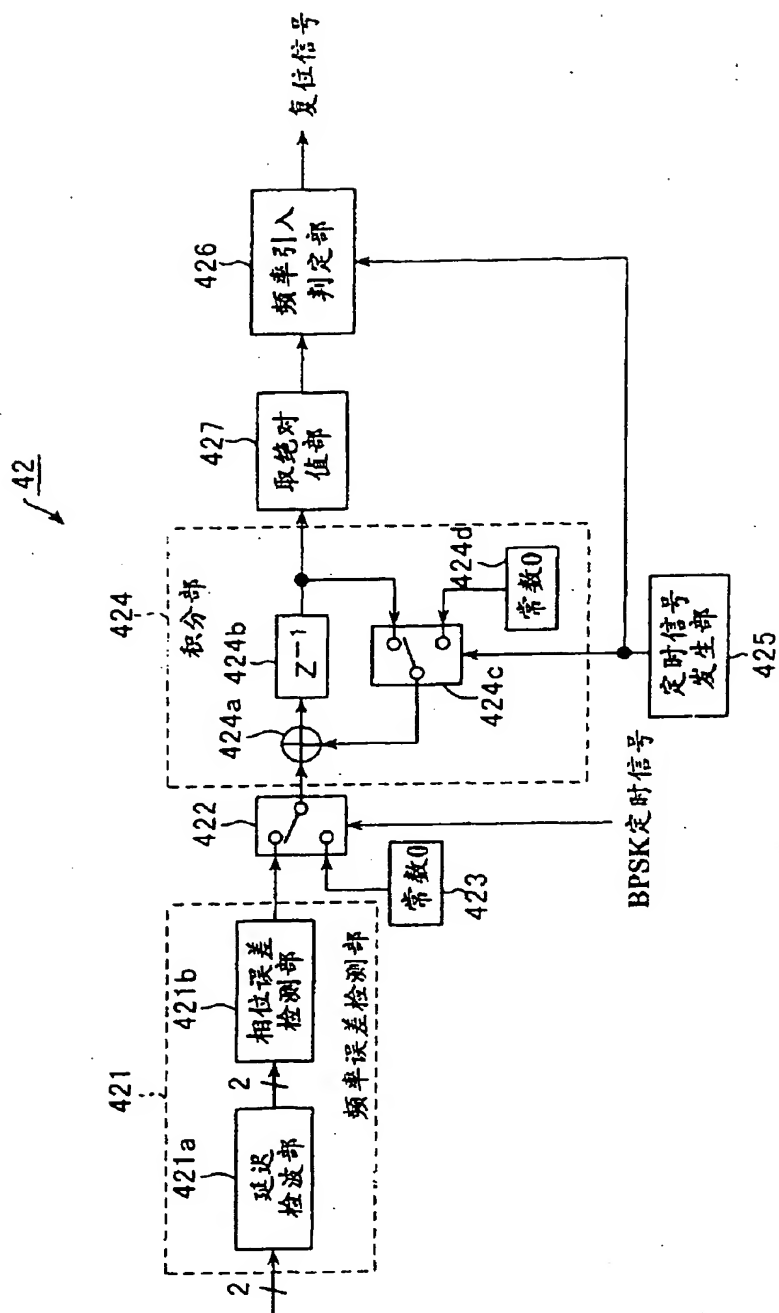


图 24

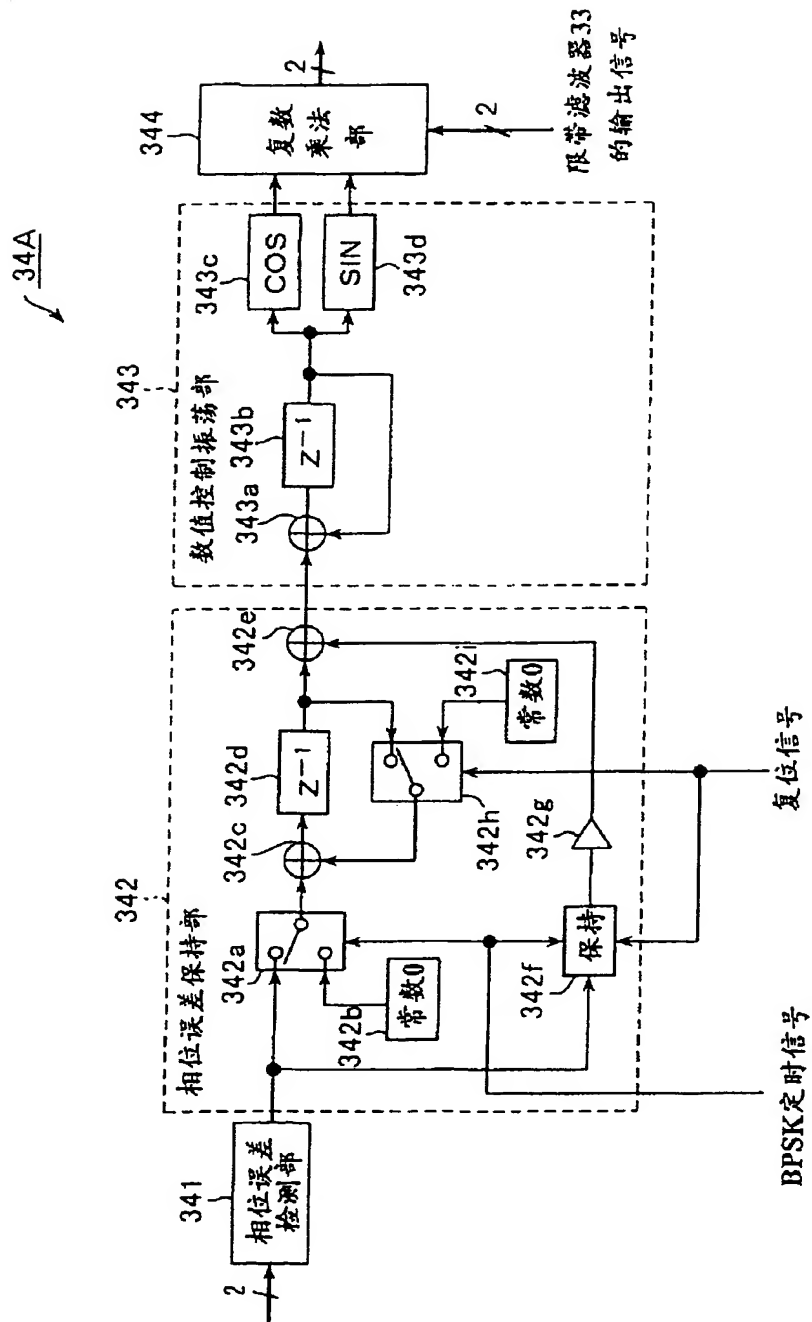


图 25

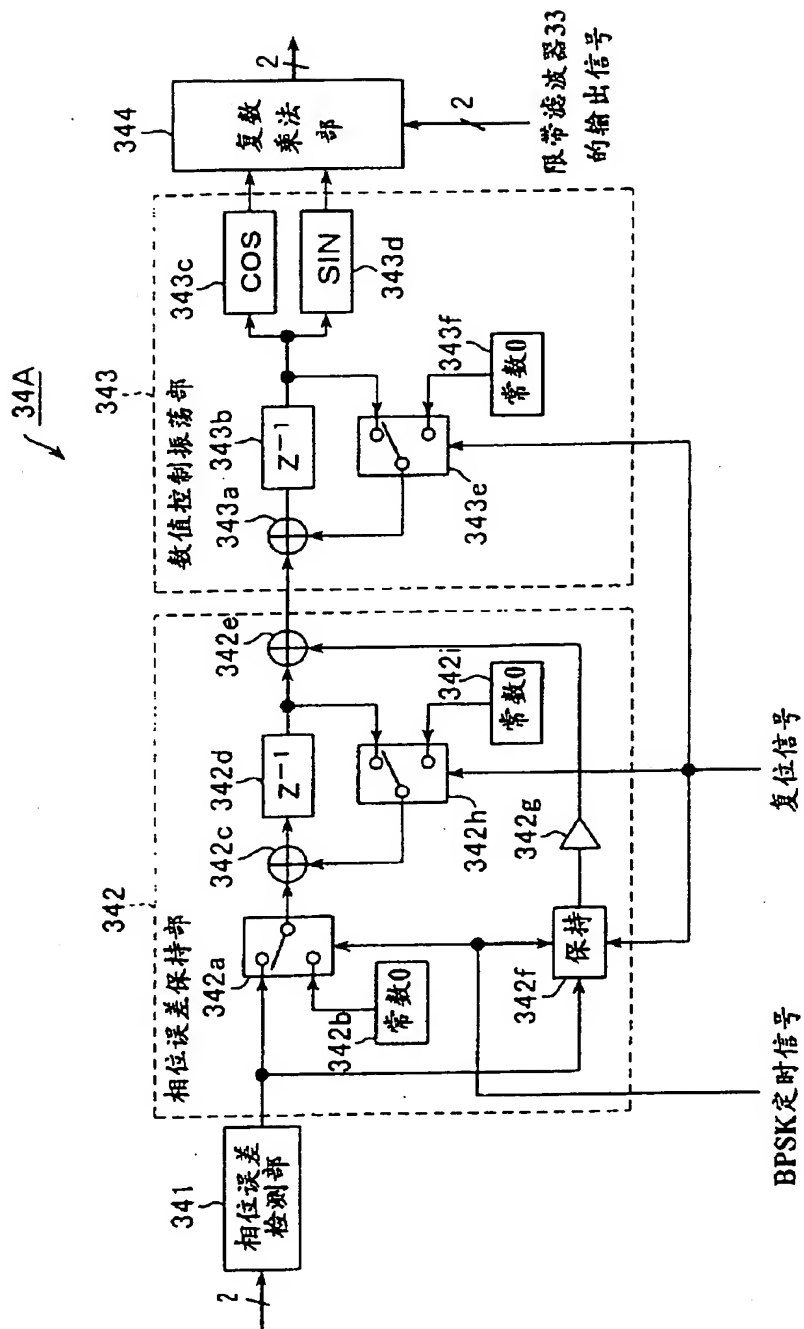
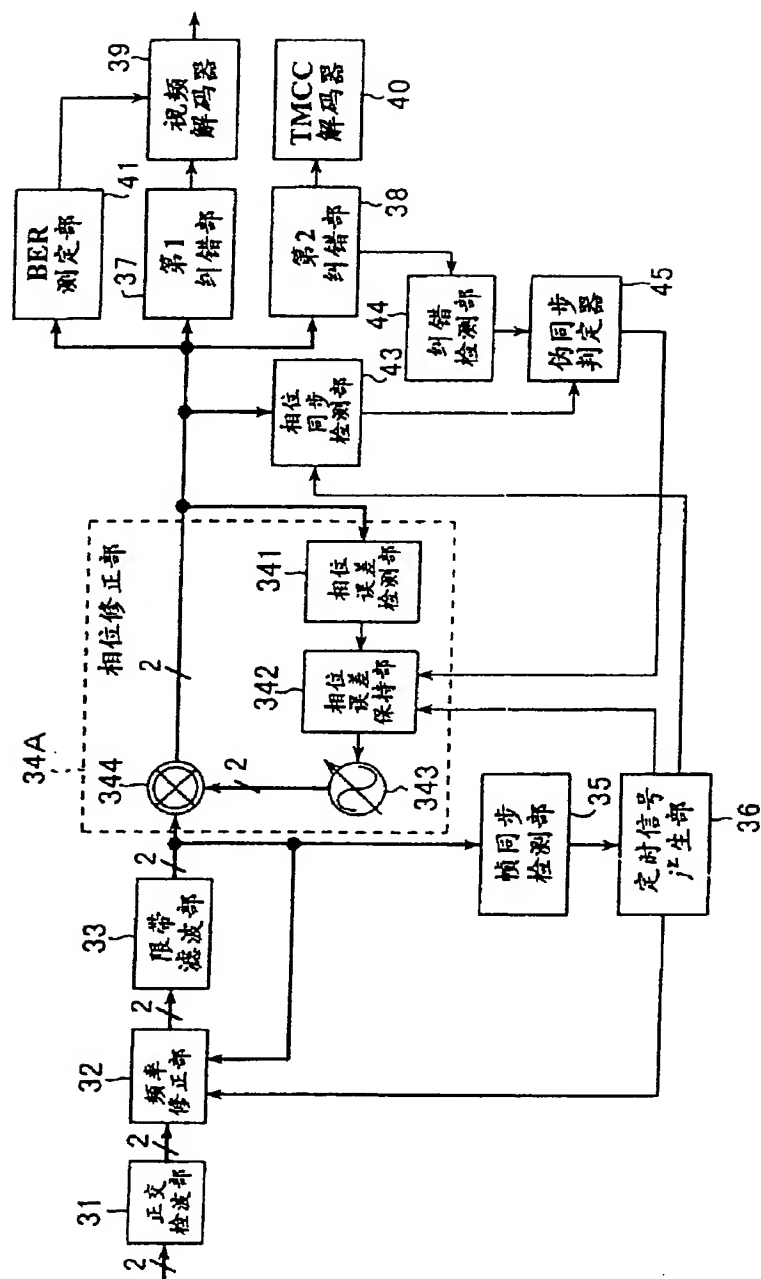


图 26



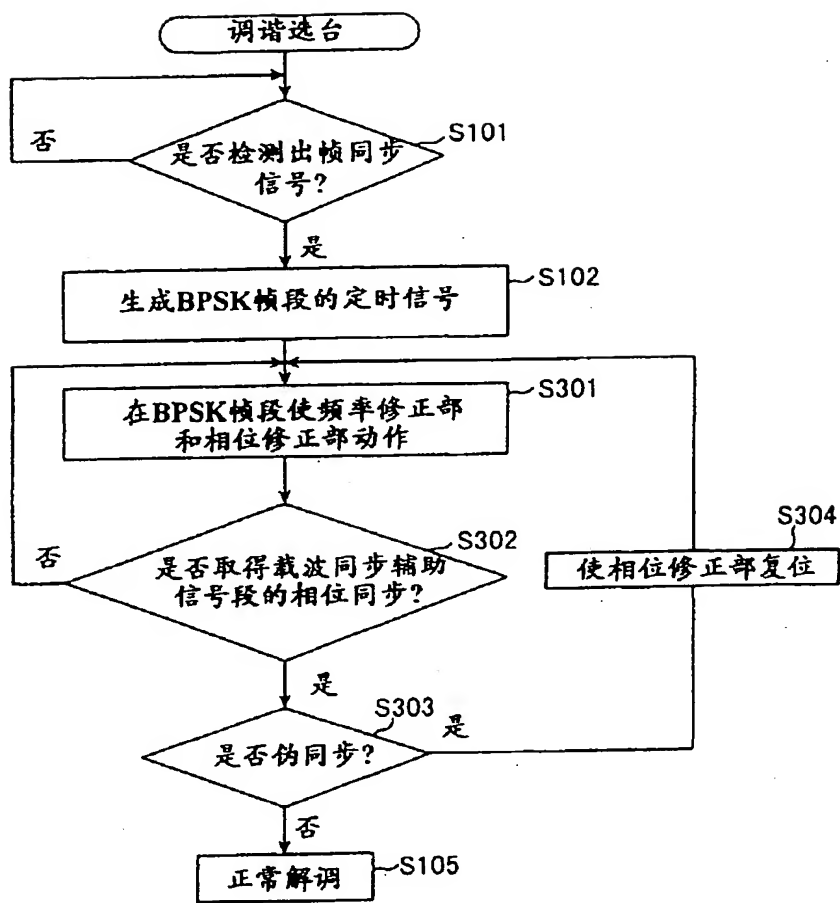


图 28

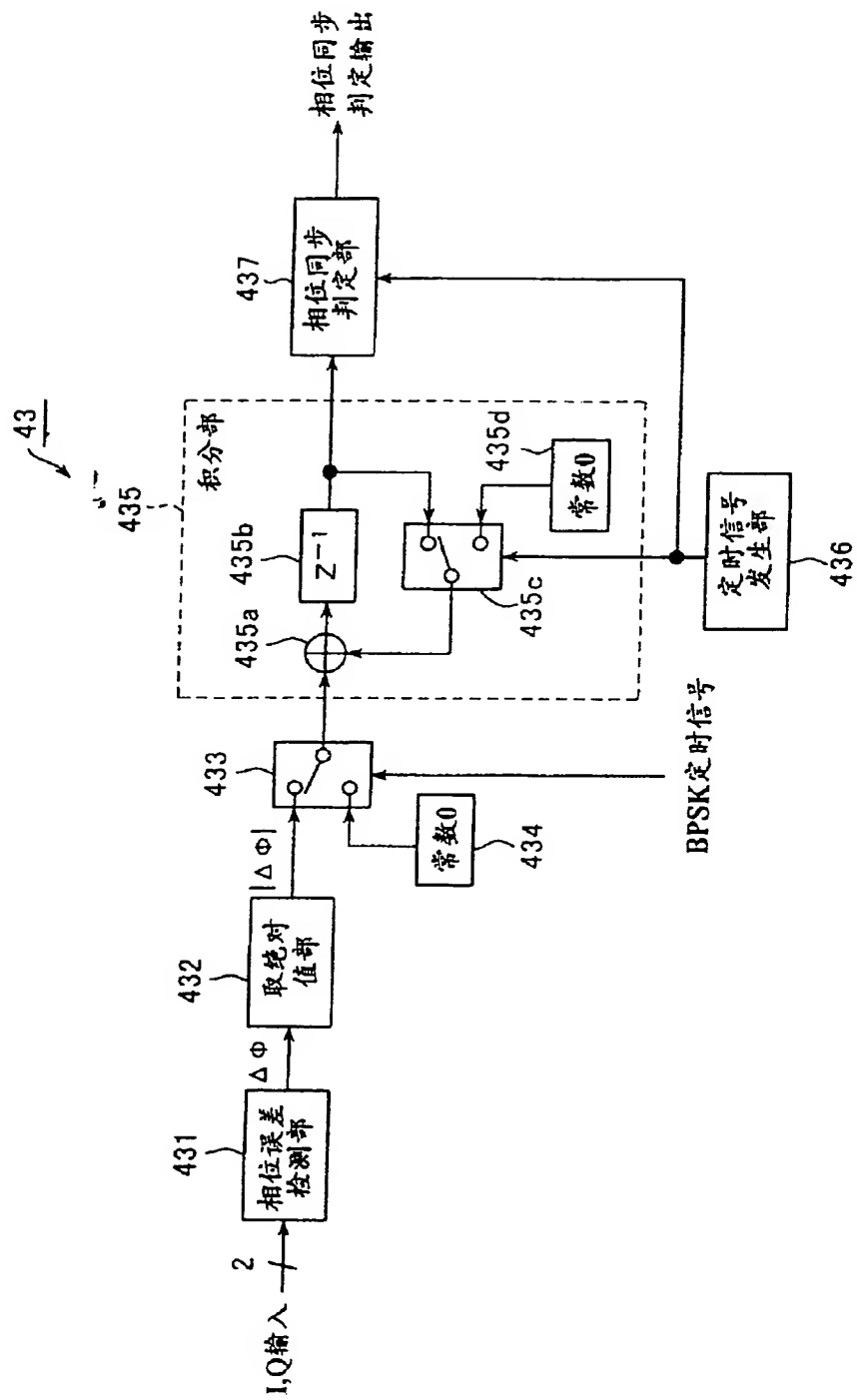


图 29

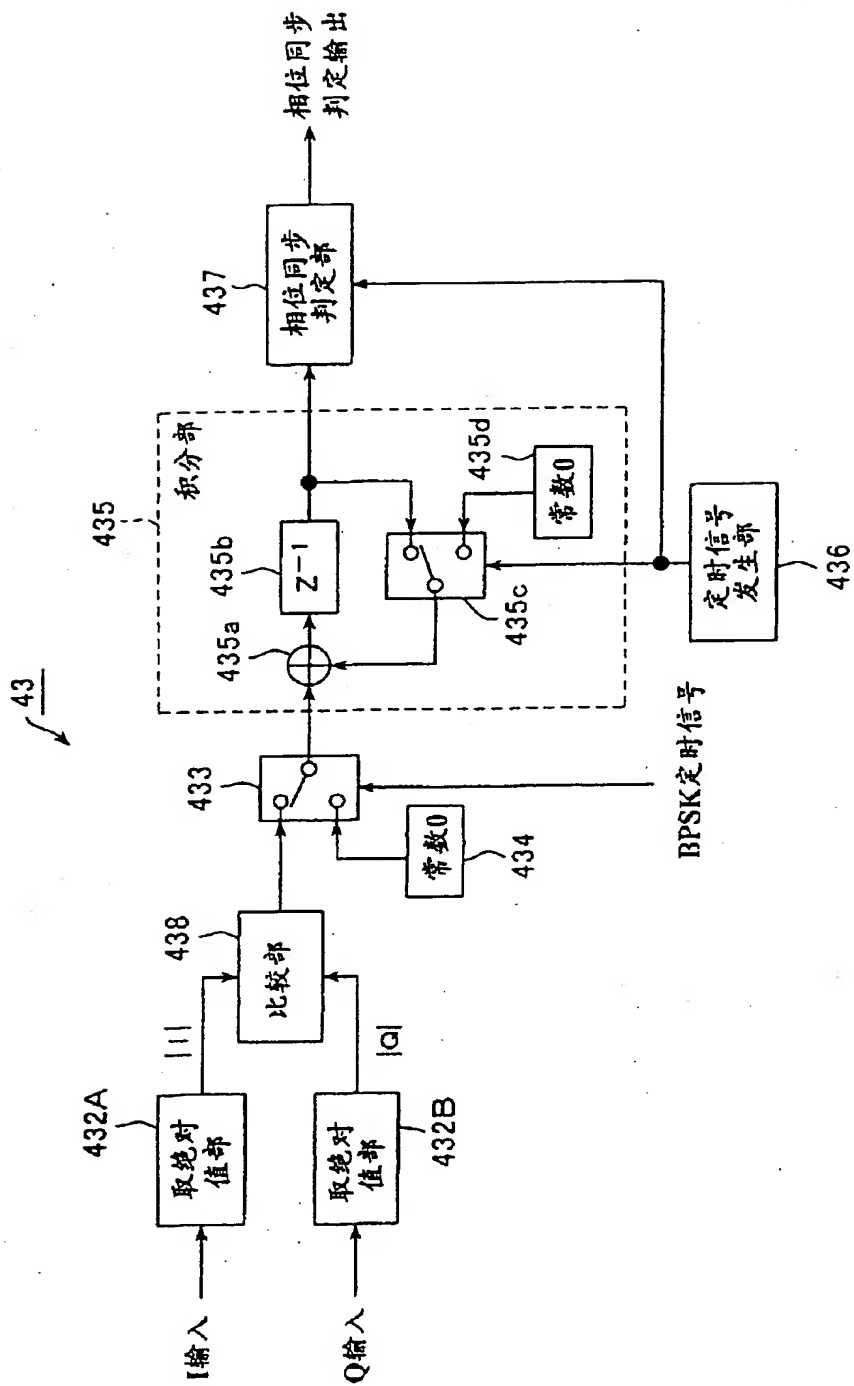


图 30

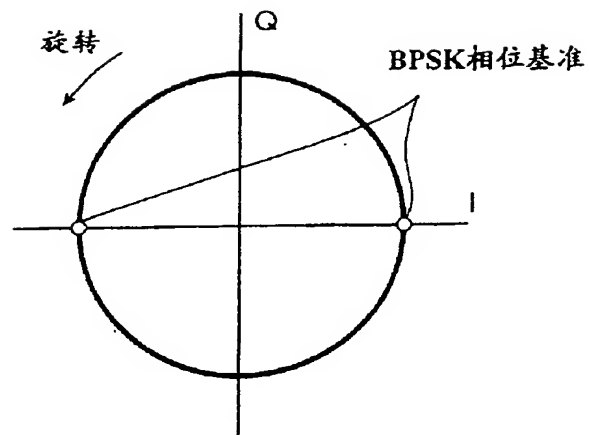


图 31(a)

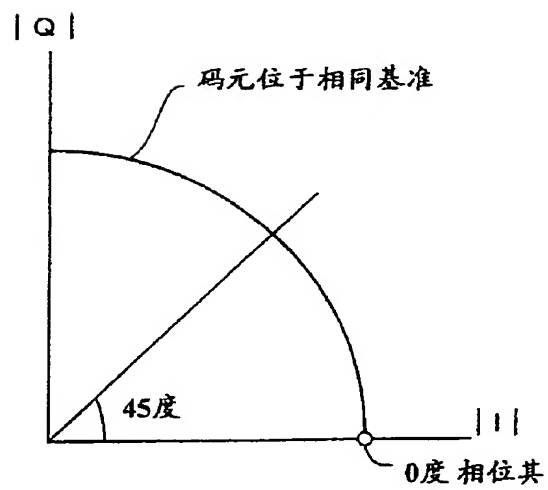


图 31(b)

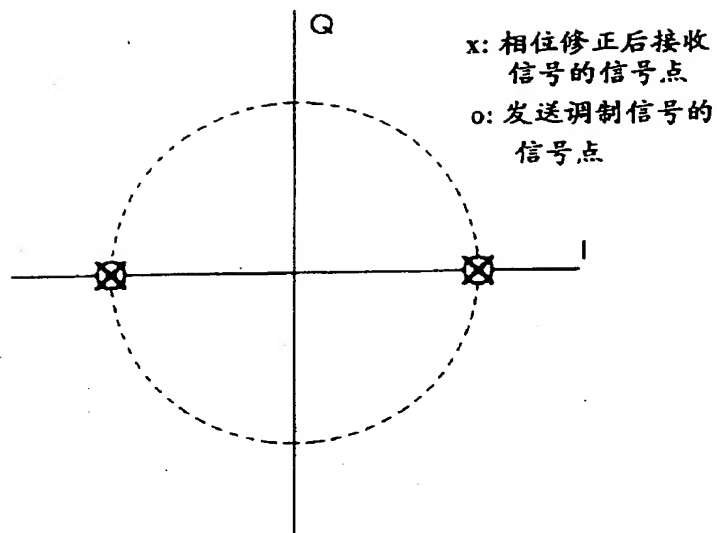


图 32(a)

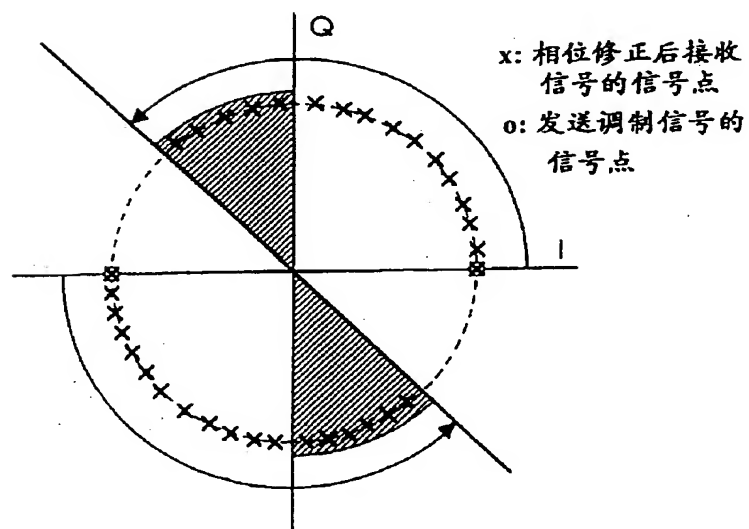


图 32(b)

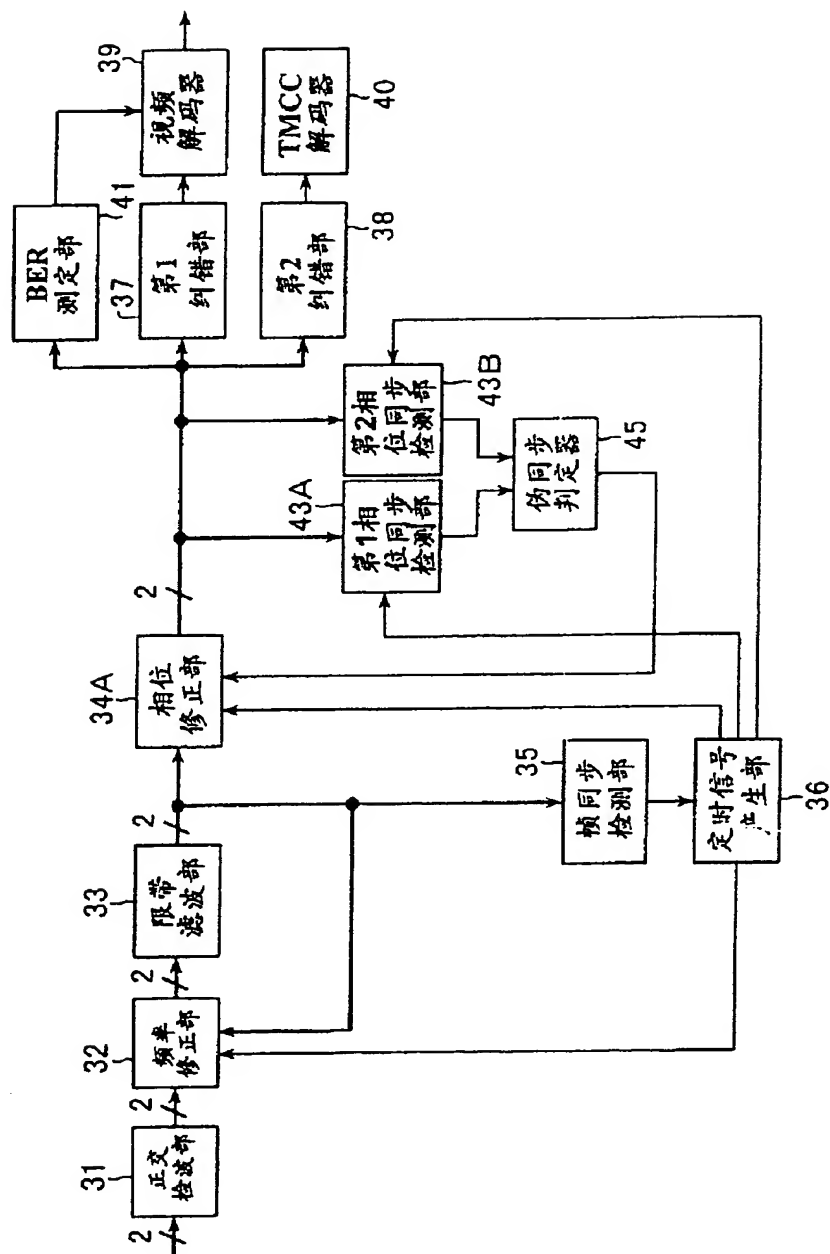


图 33

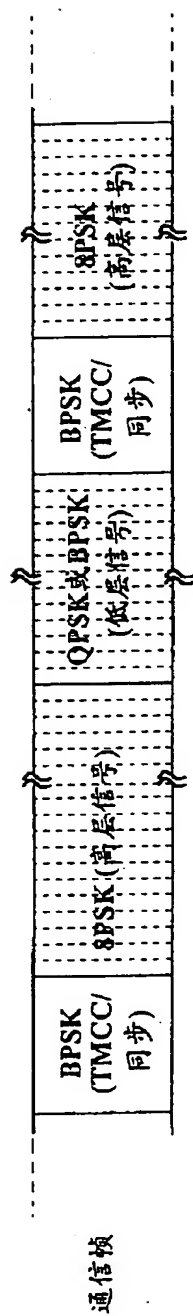


图 34

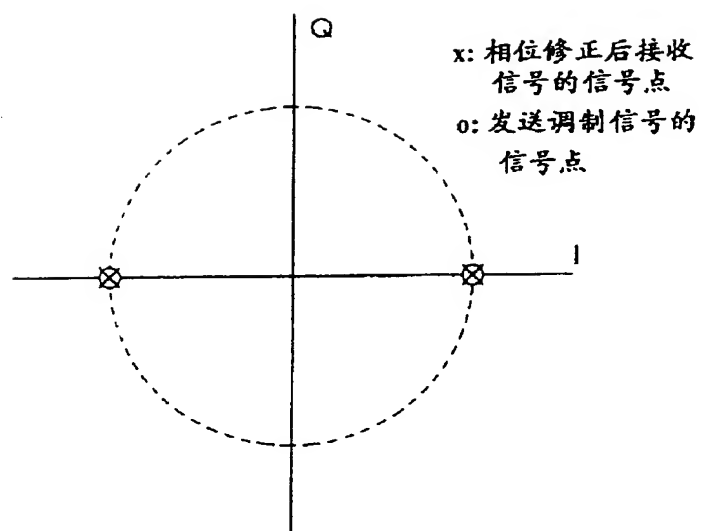


图 35(a)

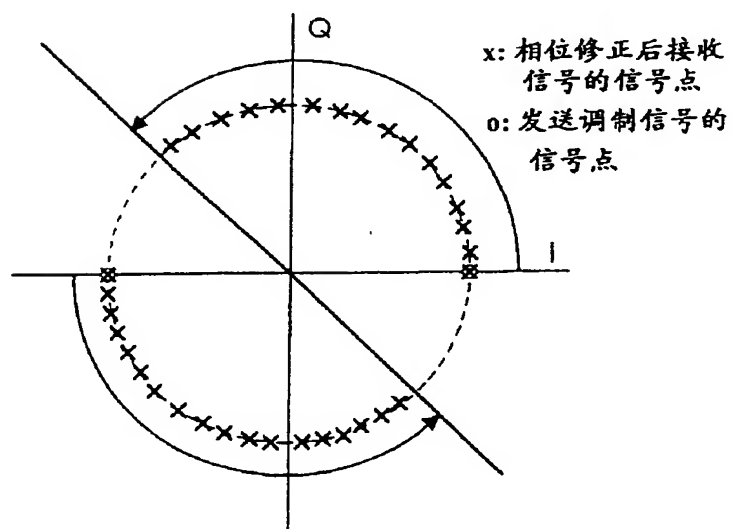


图 35(b)

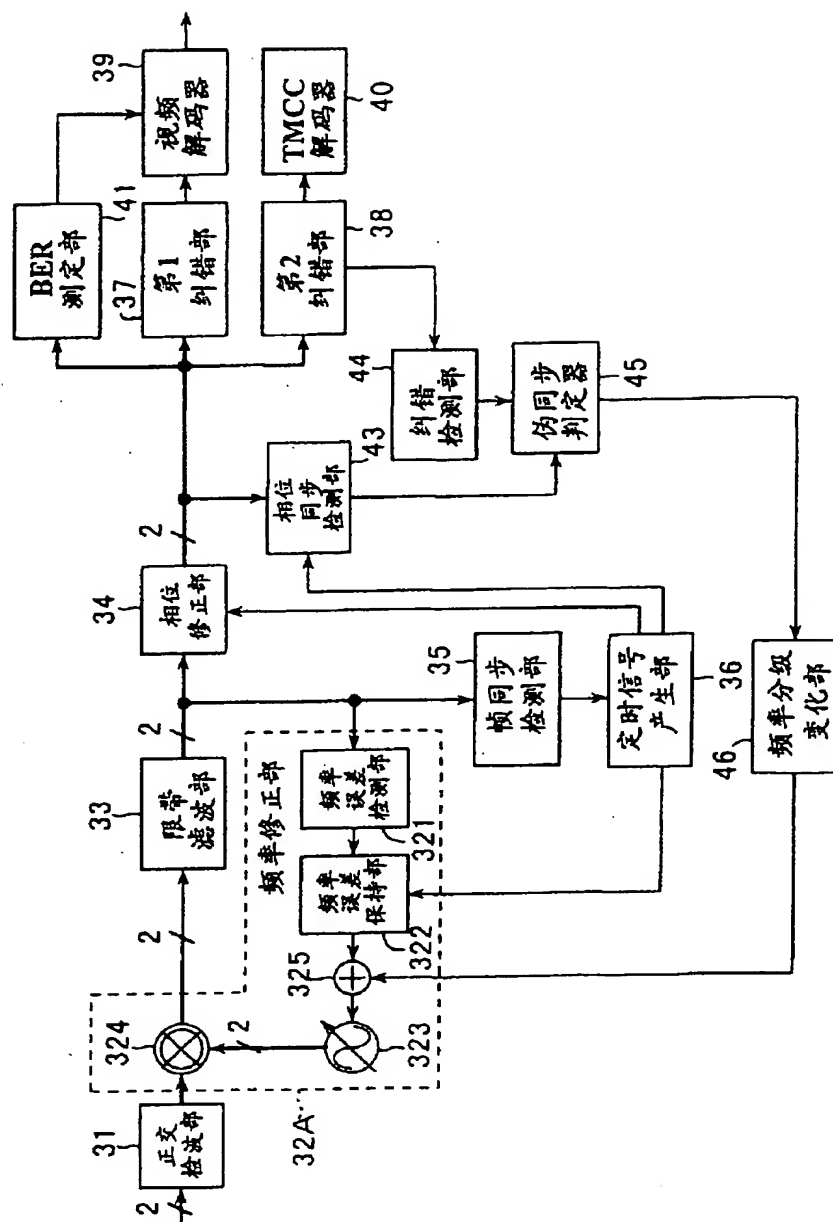


图 36

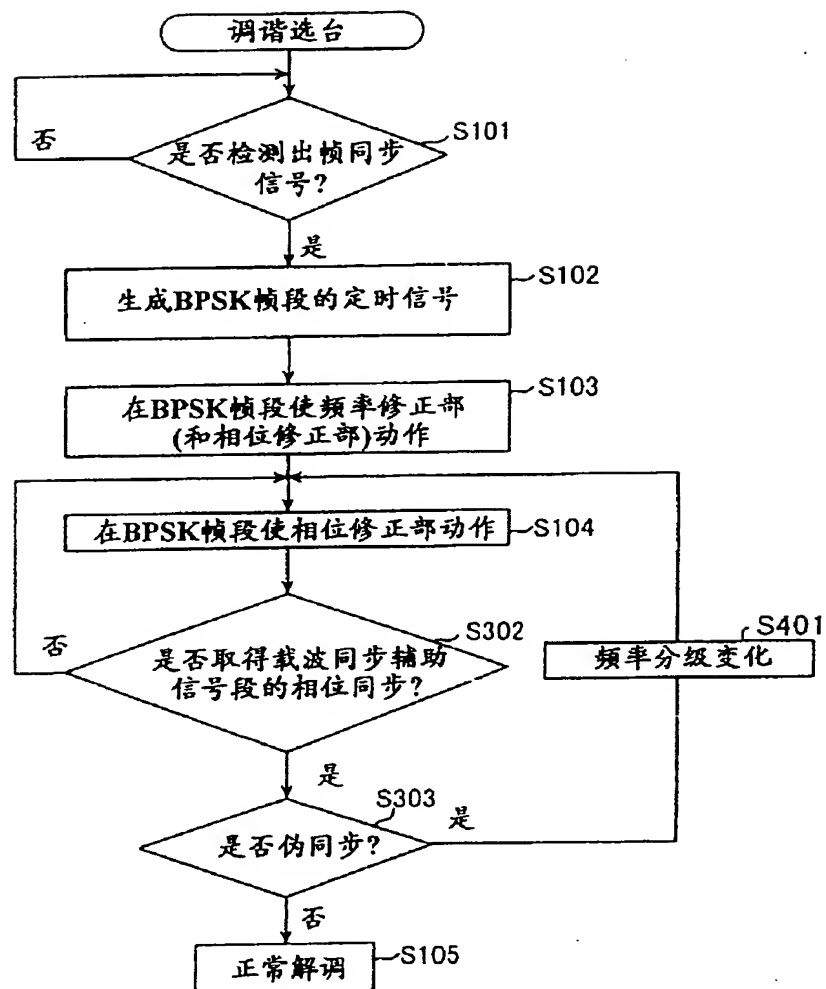
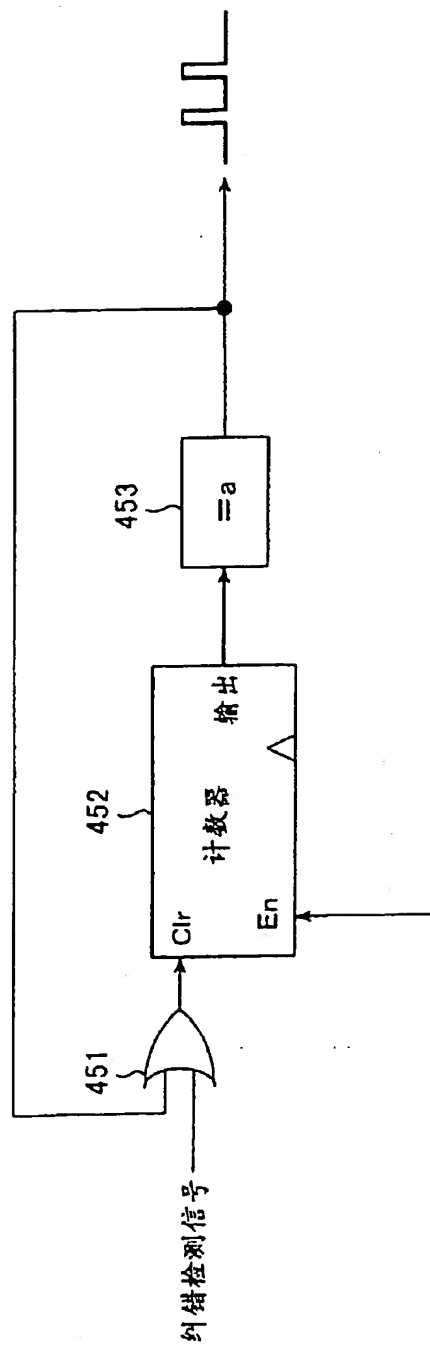


图 37

45



同步辅助BPSK帧相位同步检测信号

图 38

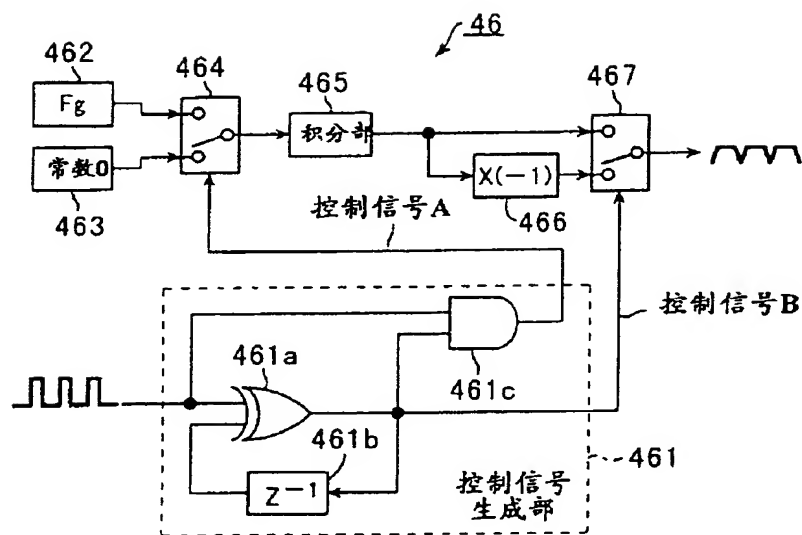
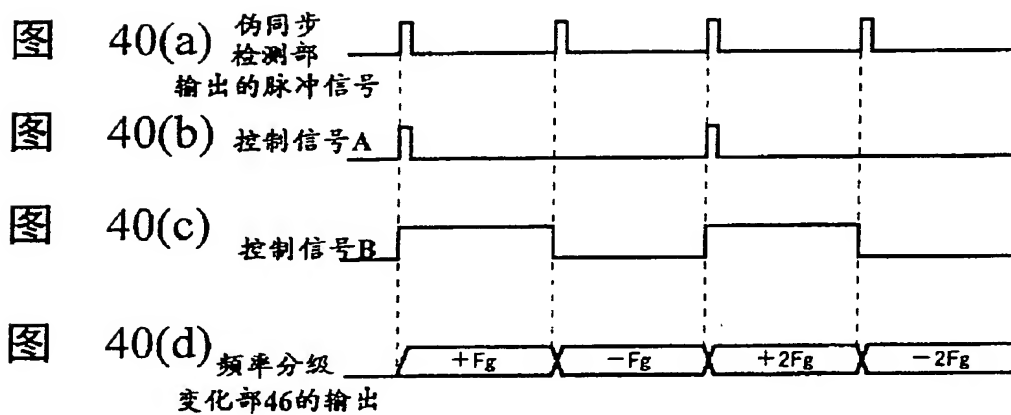


图 39



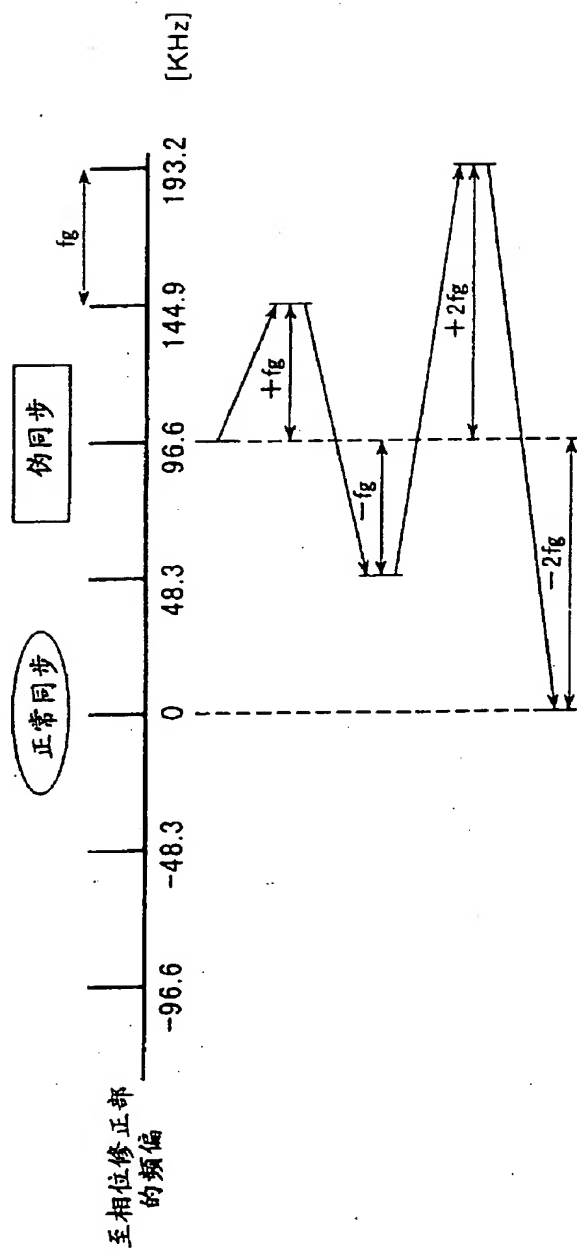


图 41

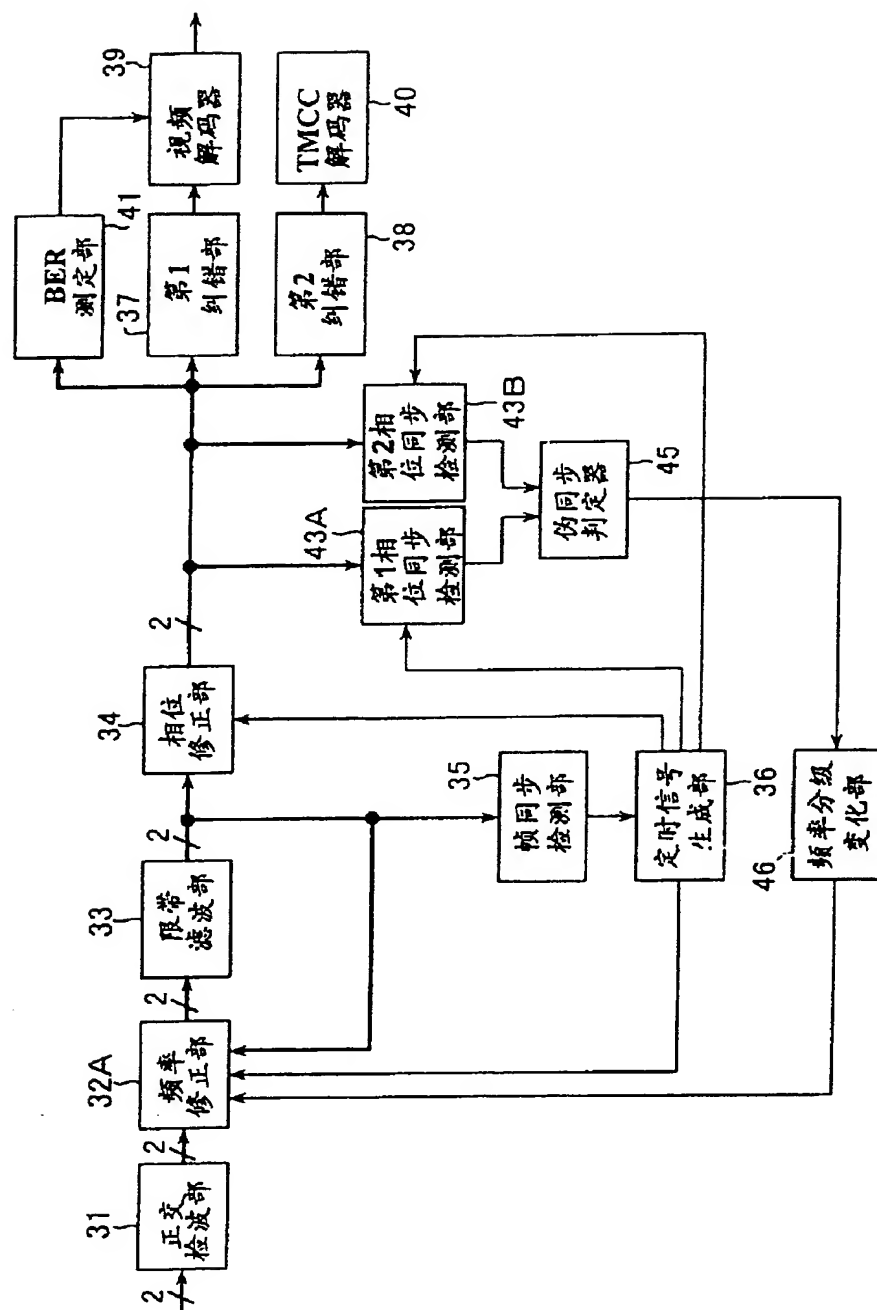


图 42

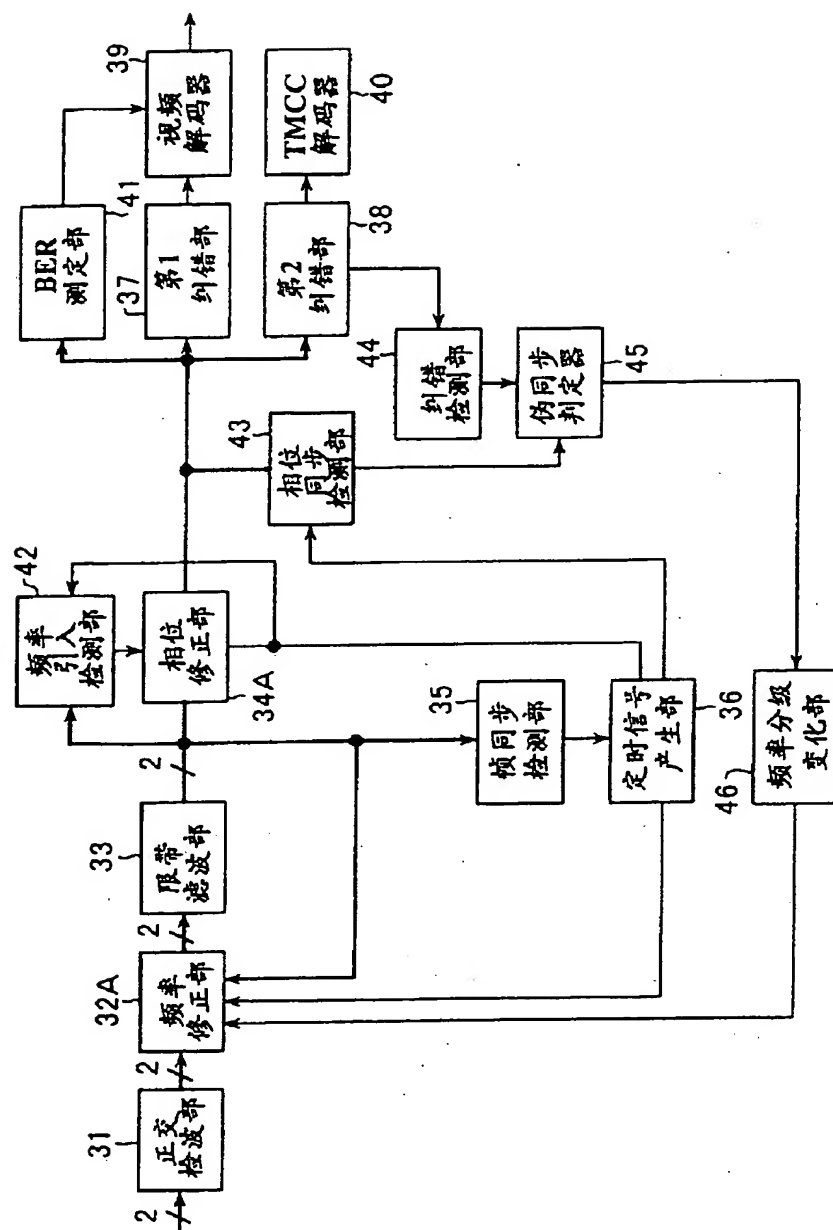


图 43

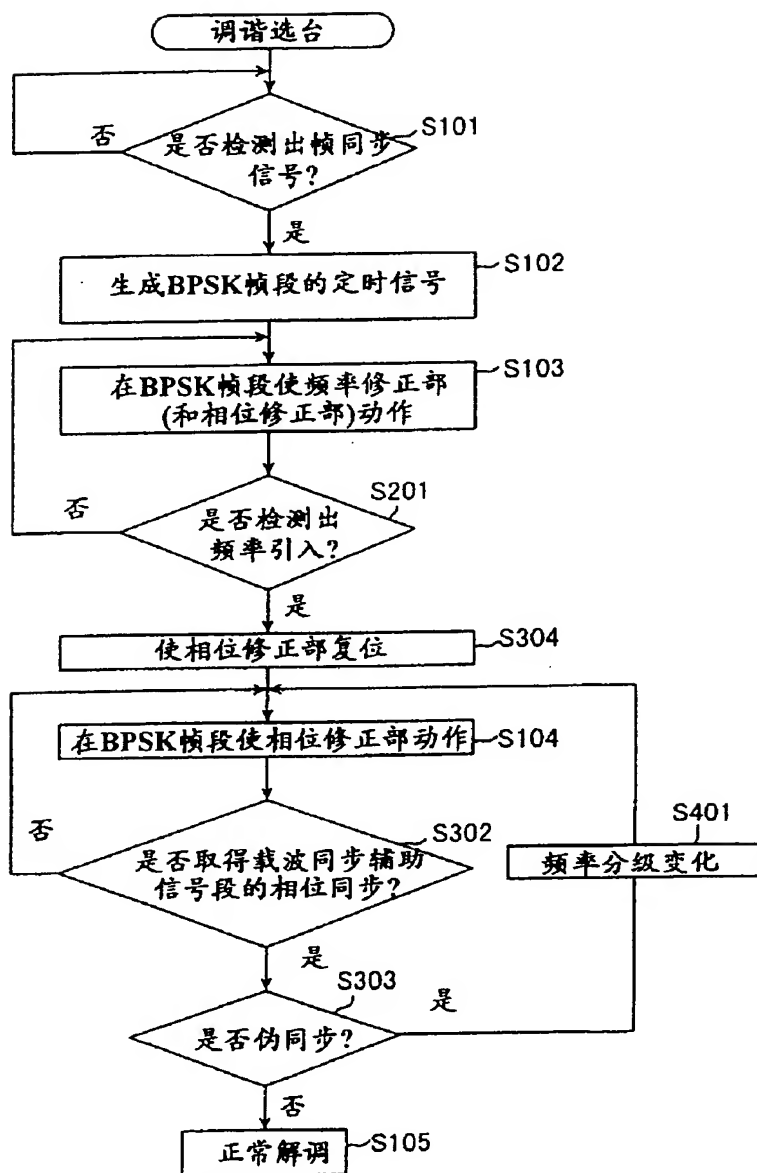


图 44

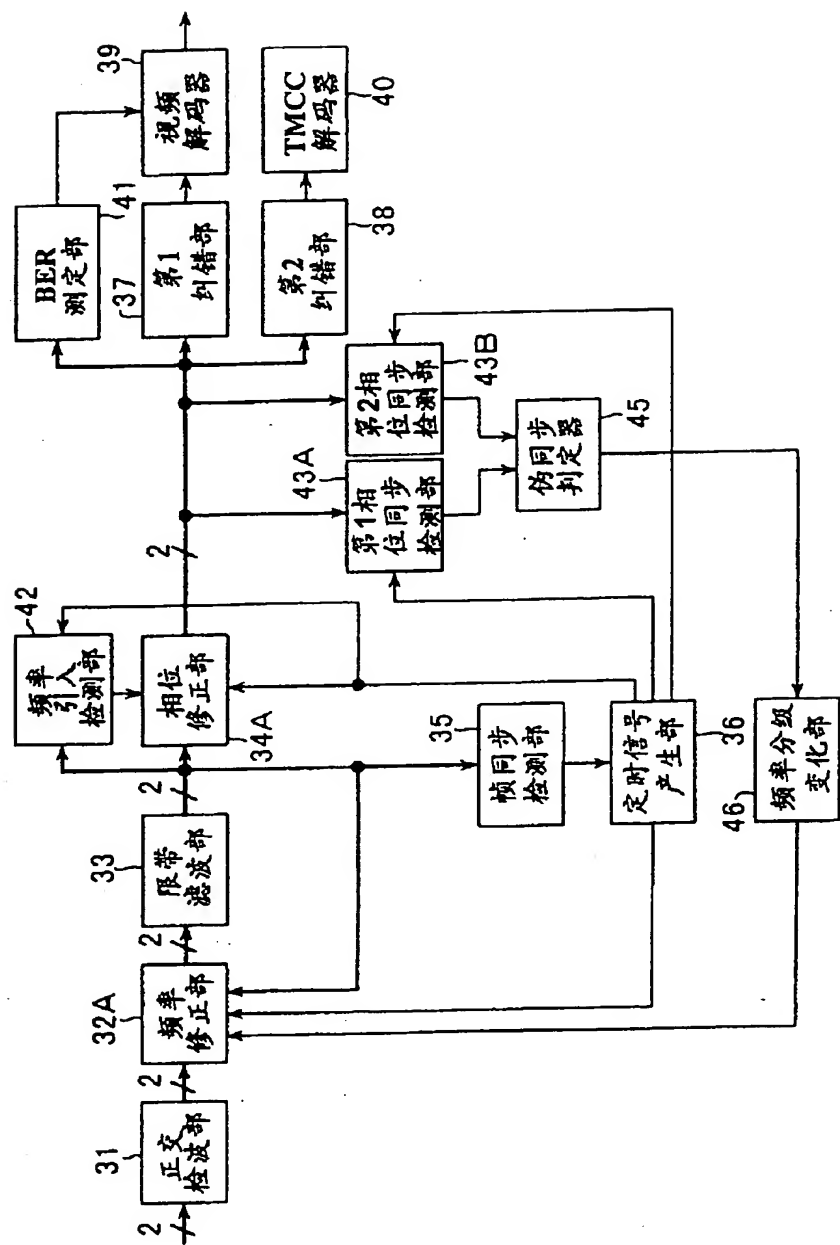


图 45

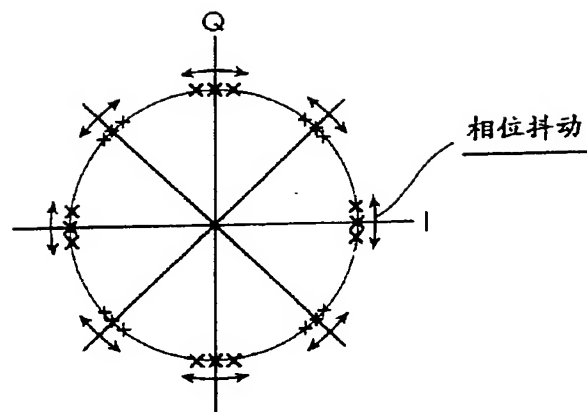


图 46

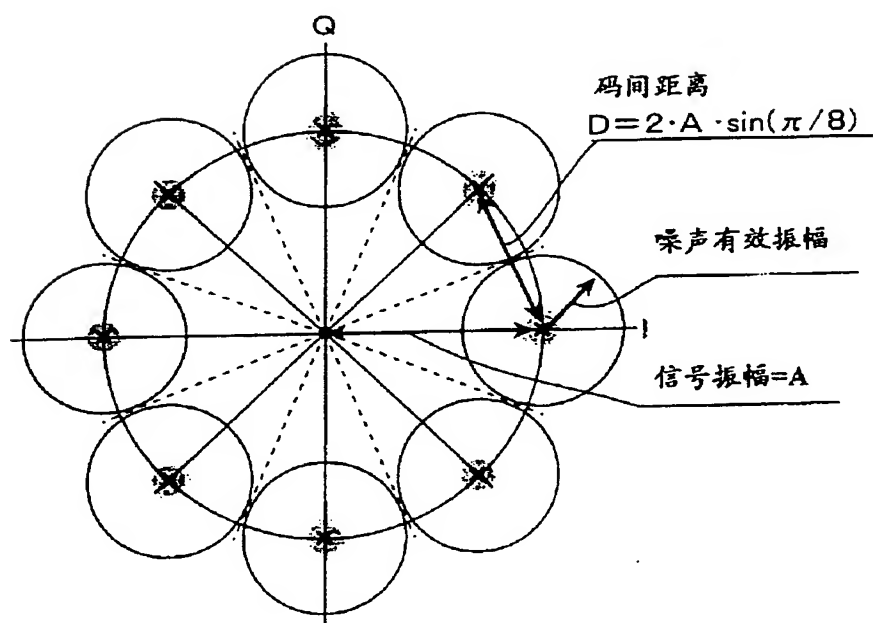


图 47

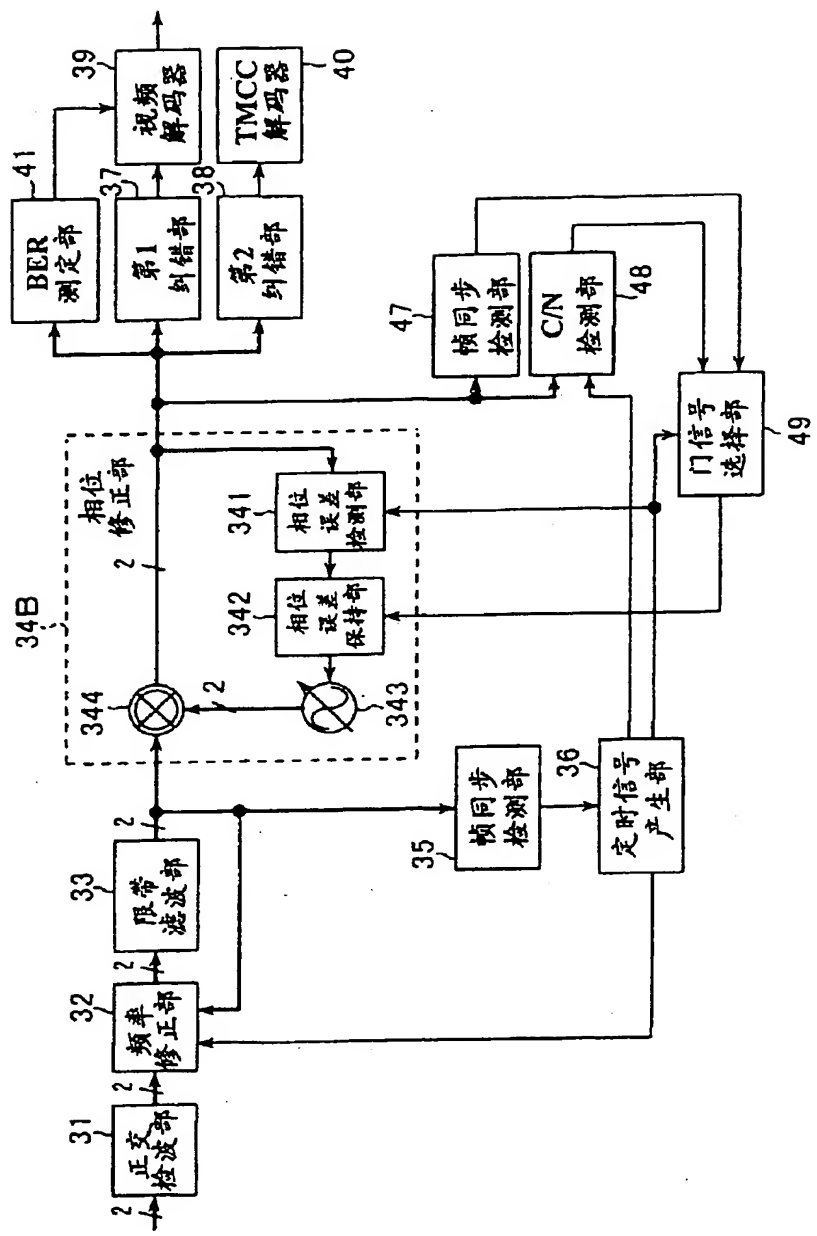


图 48

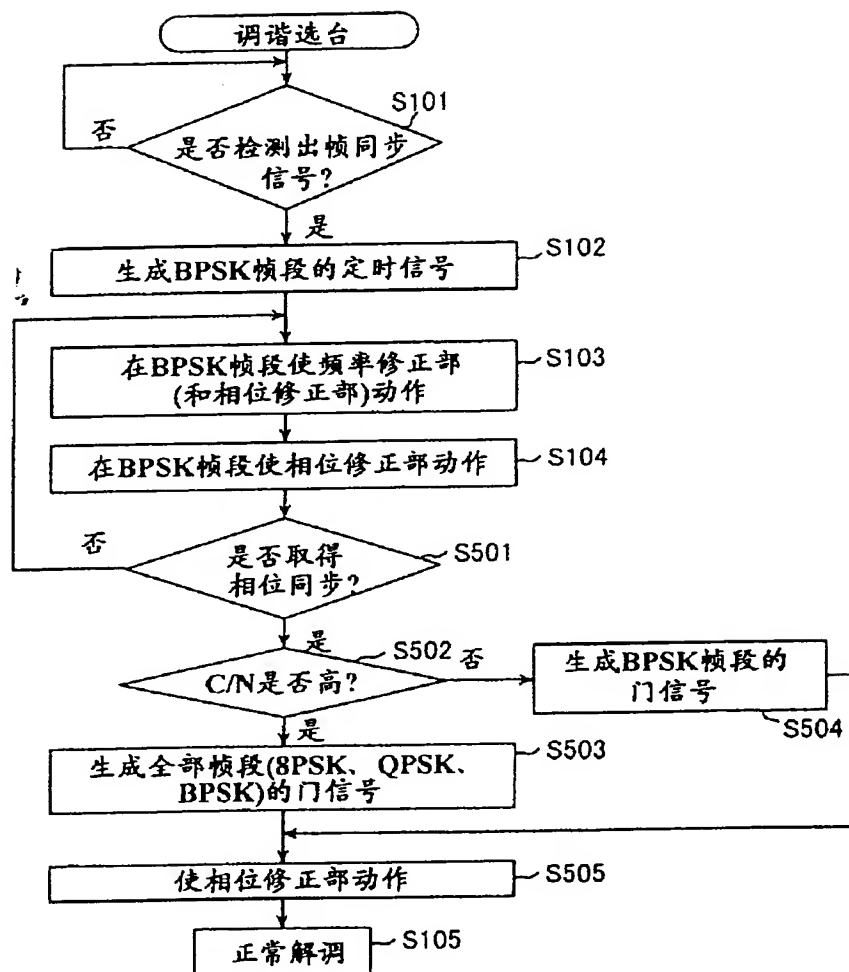


图 49

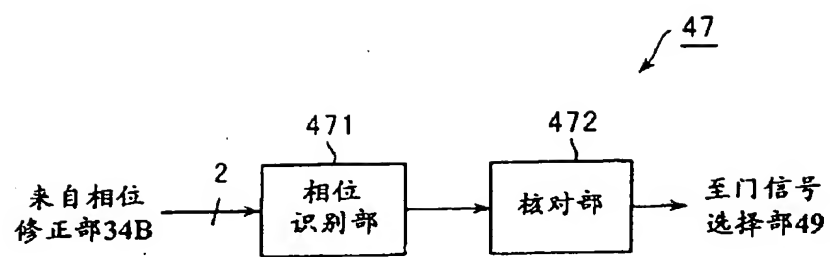


图 50

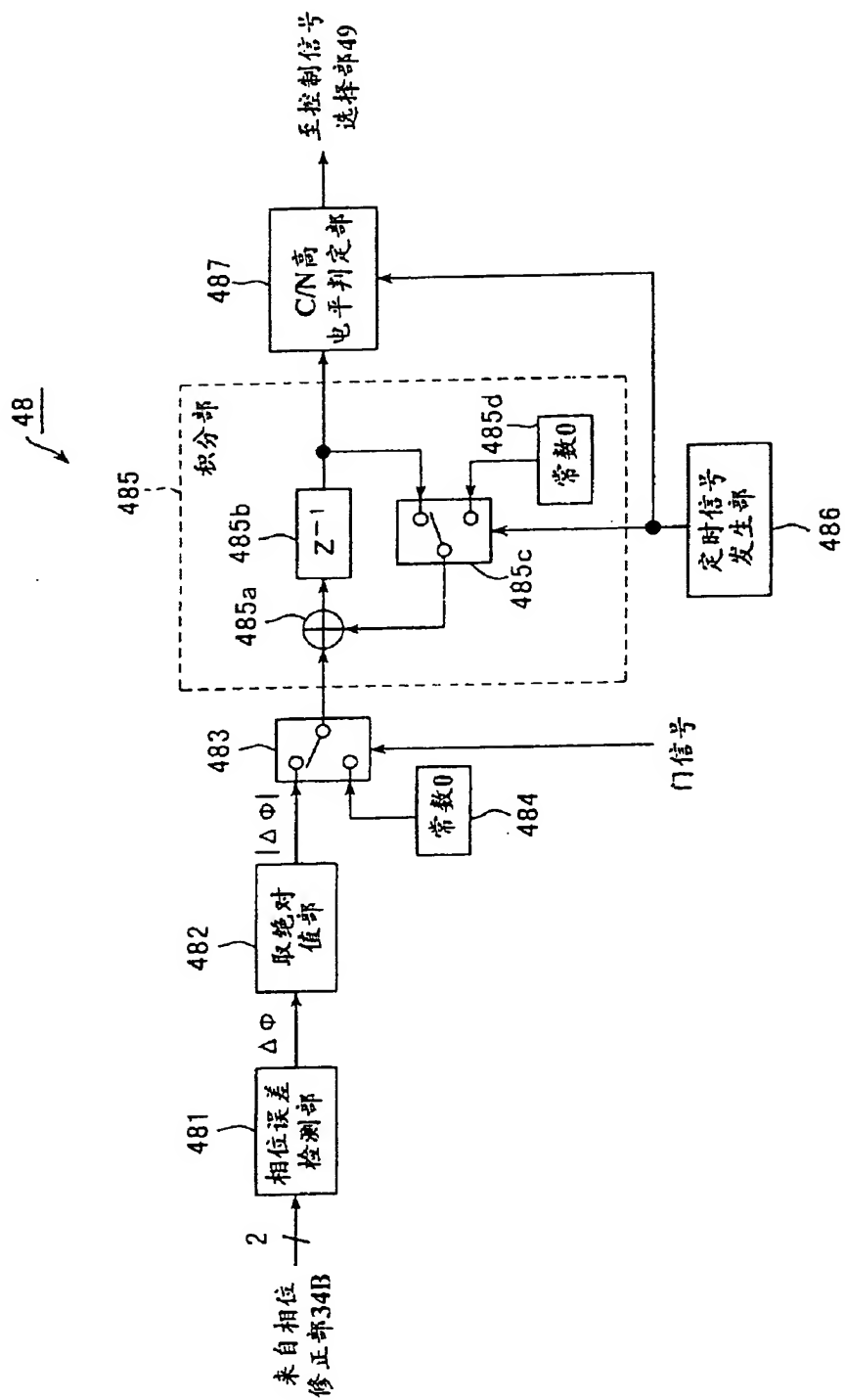


图 51

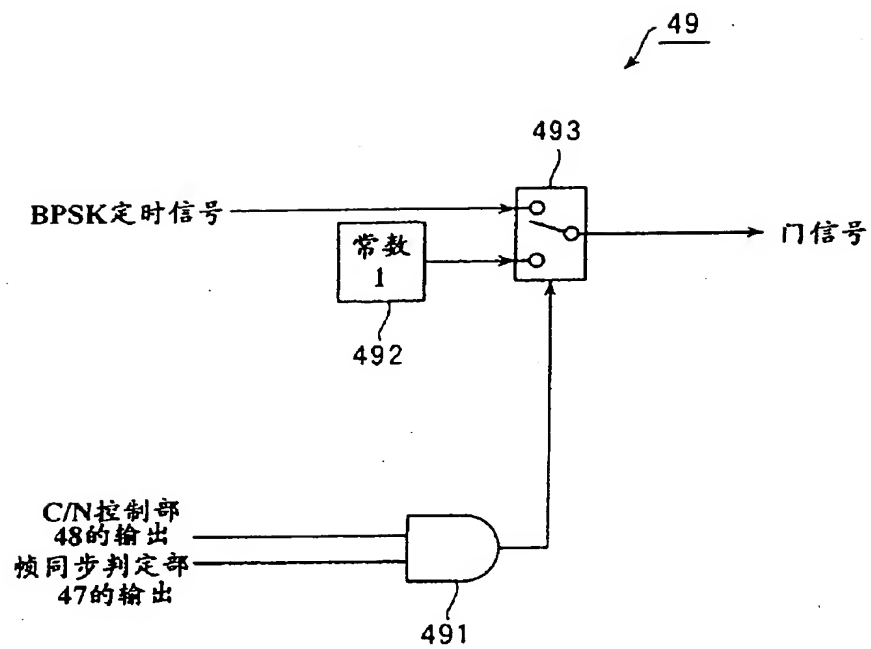


图 52

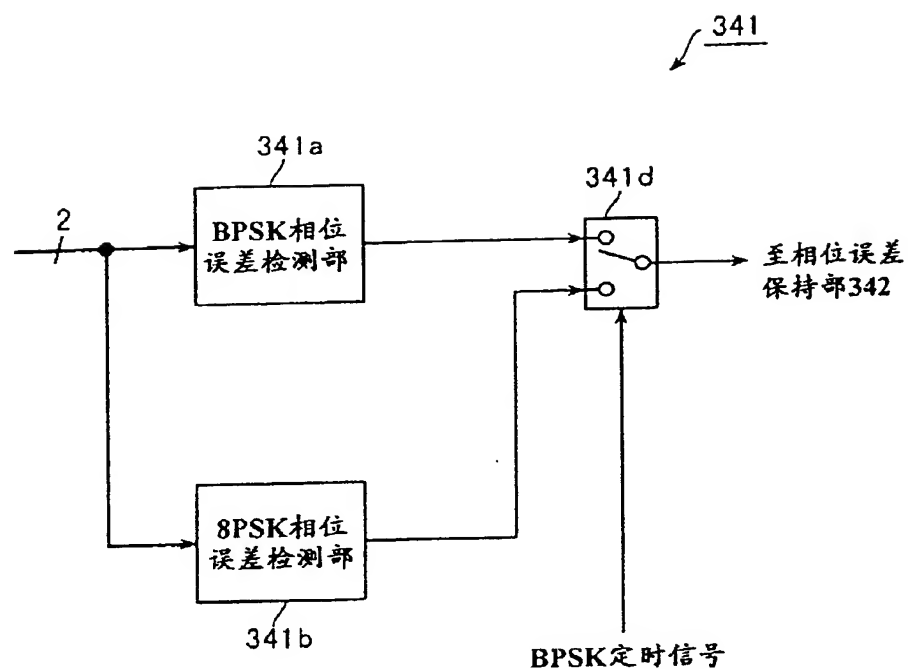
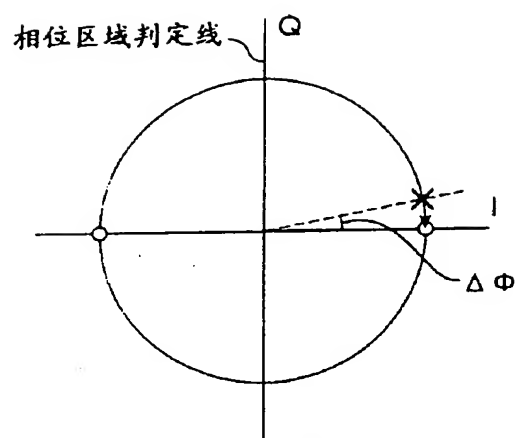
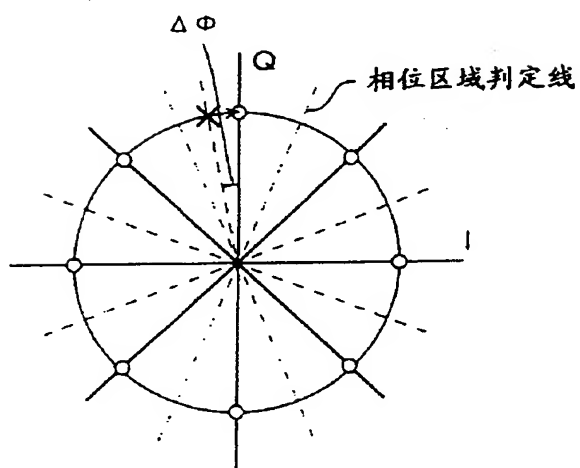


图 53



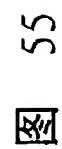
BPSK相位误差检测

图 54(a)



8PSK相位误差检测

图 54(b)



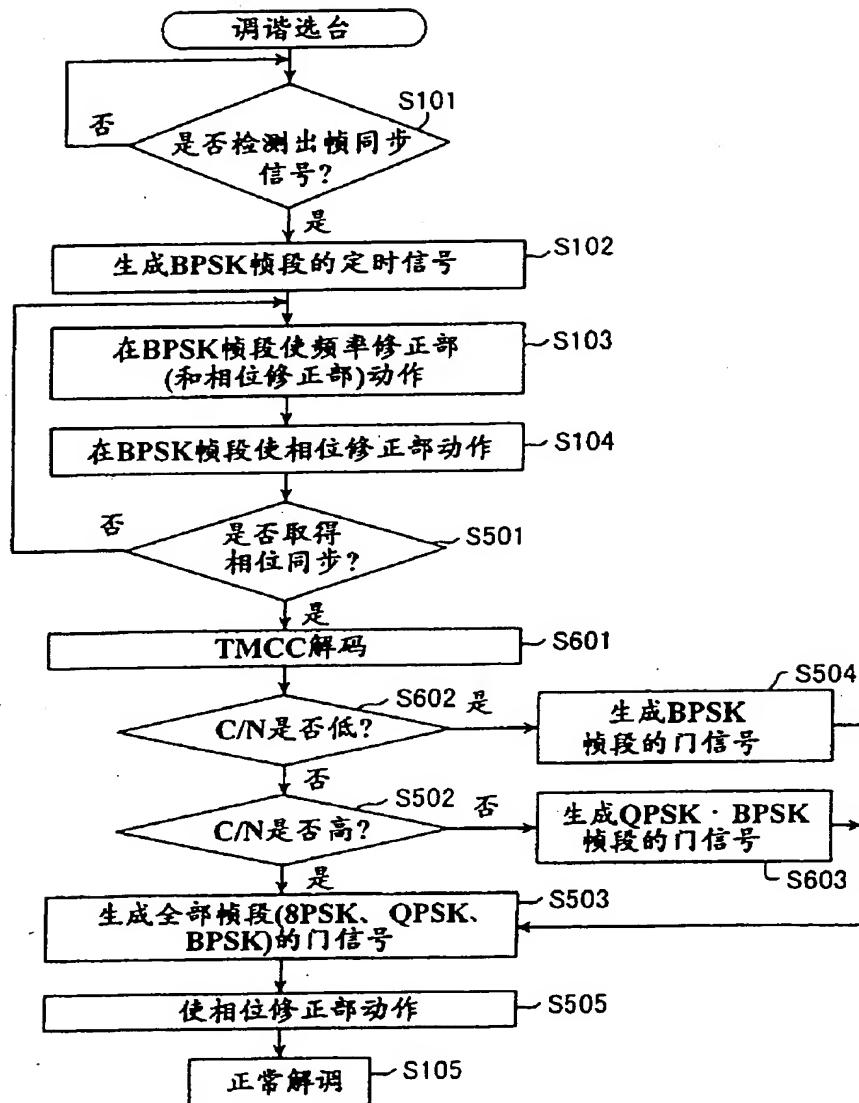


图 56

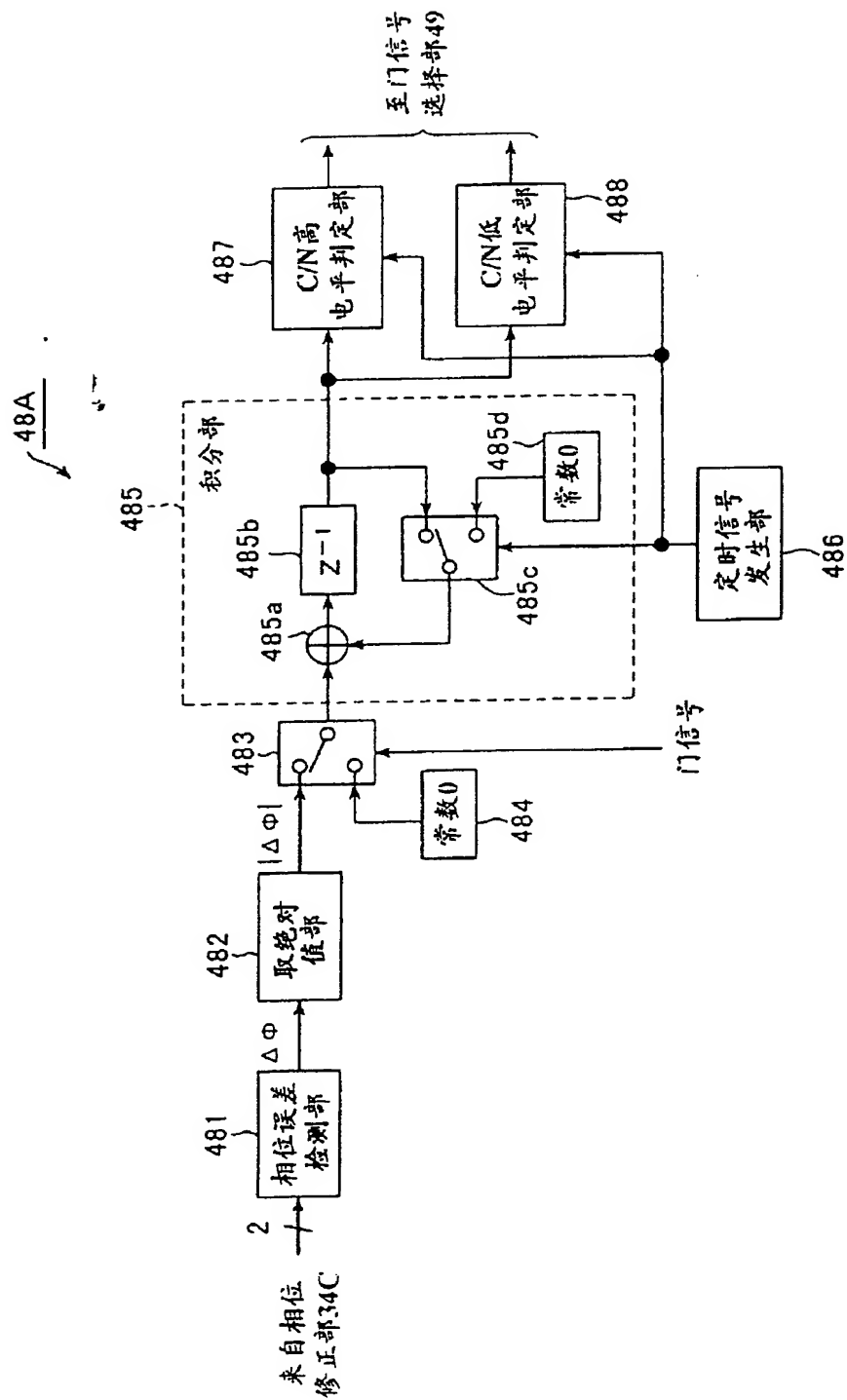


图 57

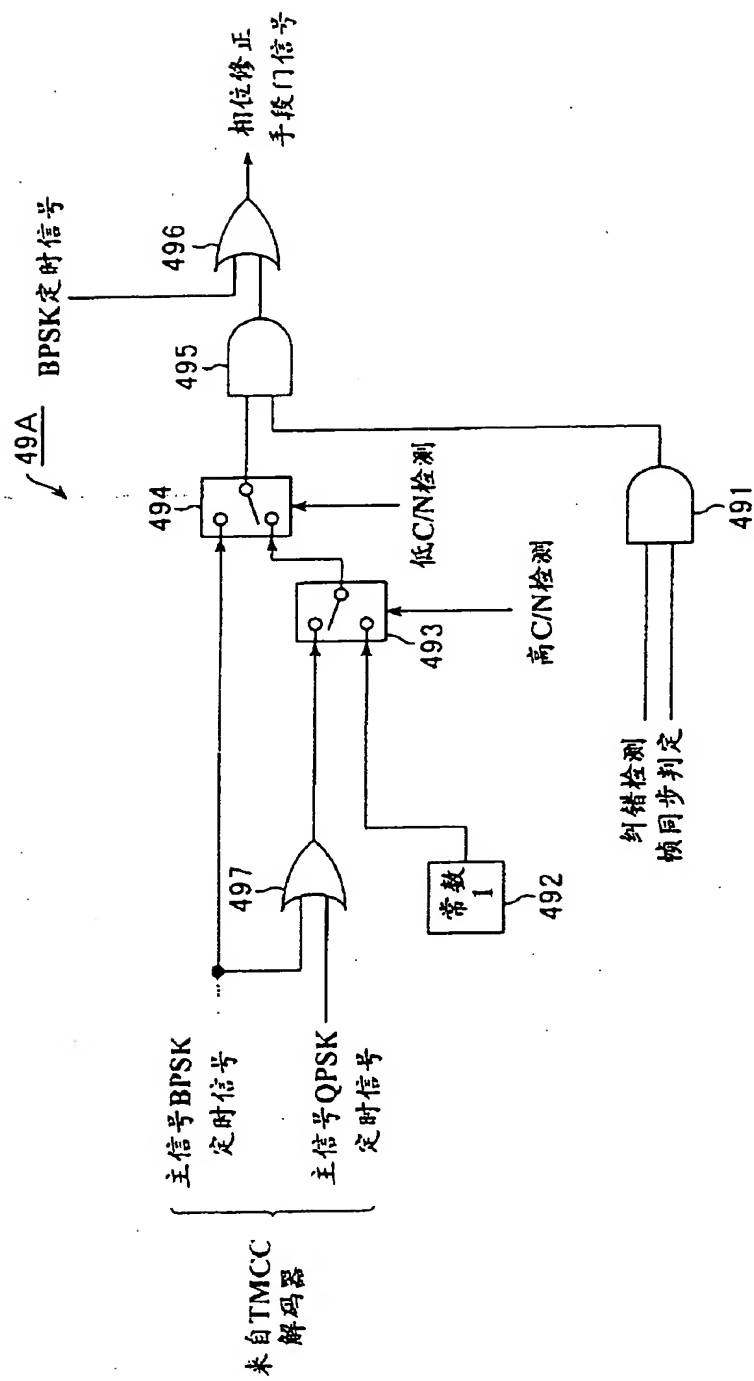
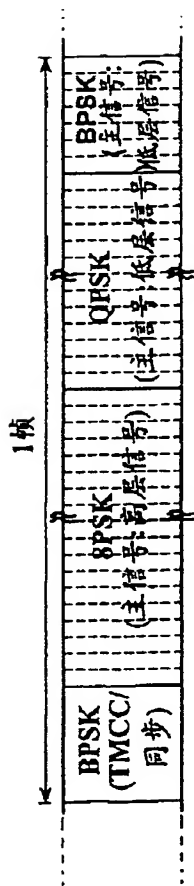


图 58

图 59(a)



通信帧

图 59(b)

定时信号
(来自定时信号生成部)

图 59(c)

主信号QPSK定时信号

图 59(d)

(来自TMCC解码器)

主信号BPSK定时信号

图 59(e)

(来自TMCC解码器)

图 59(f)

第一解调方式

图 59(g)

第二解调方式

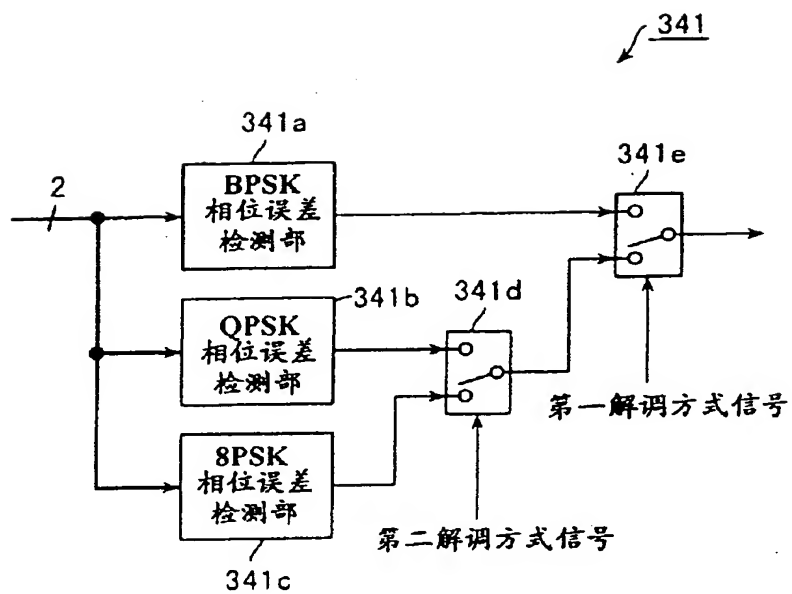


图 60

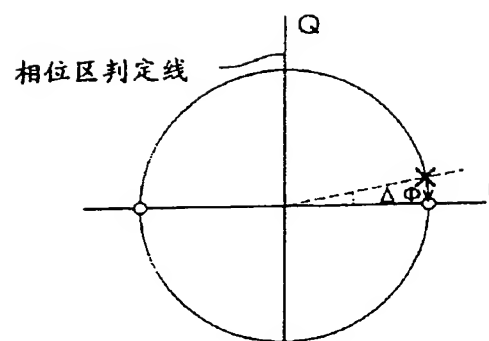


图 61(a) BPSK相位误差检测

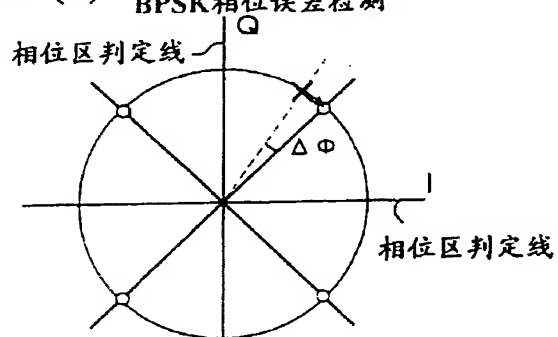


图 61(b) QPSK相位误差检测

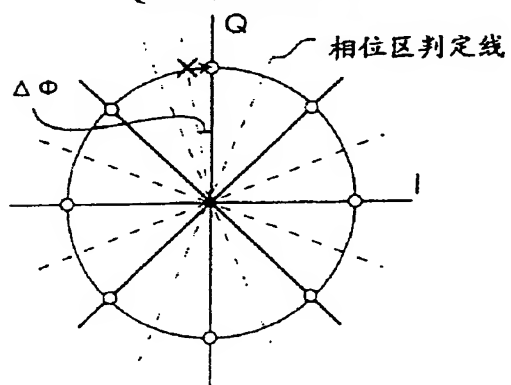


图 61(c) 8PSK相位误差检测

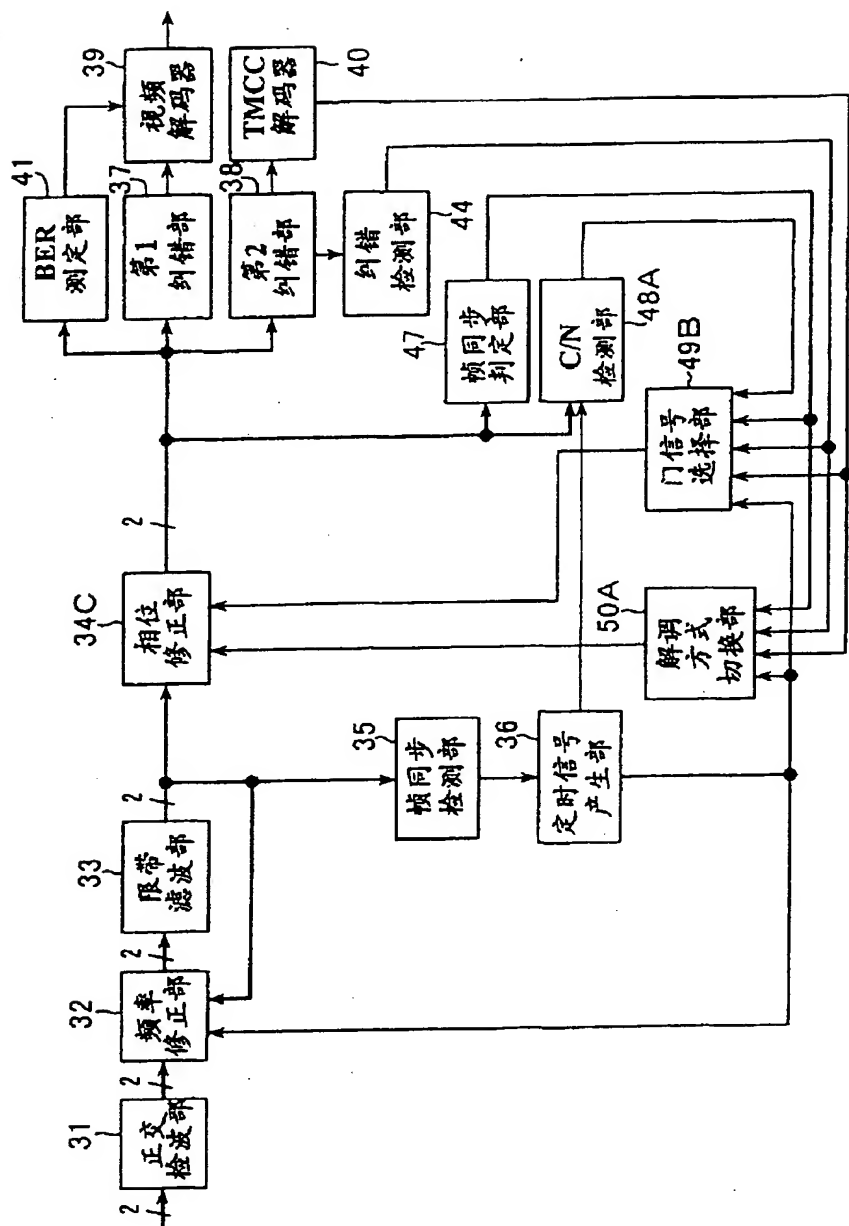


图 62

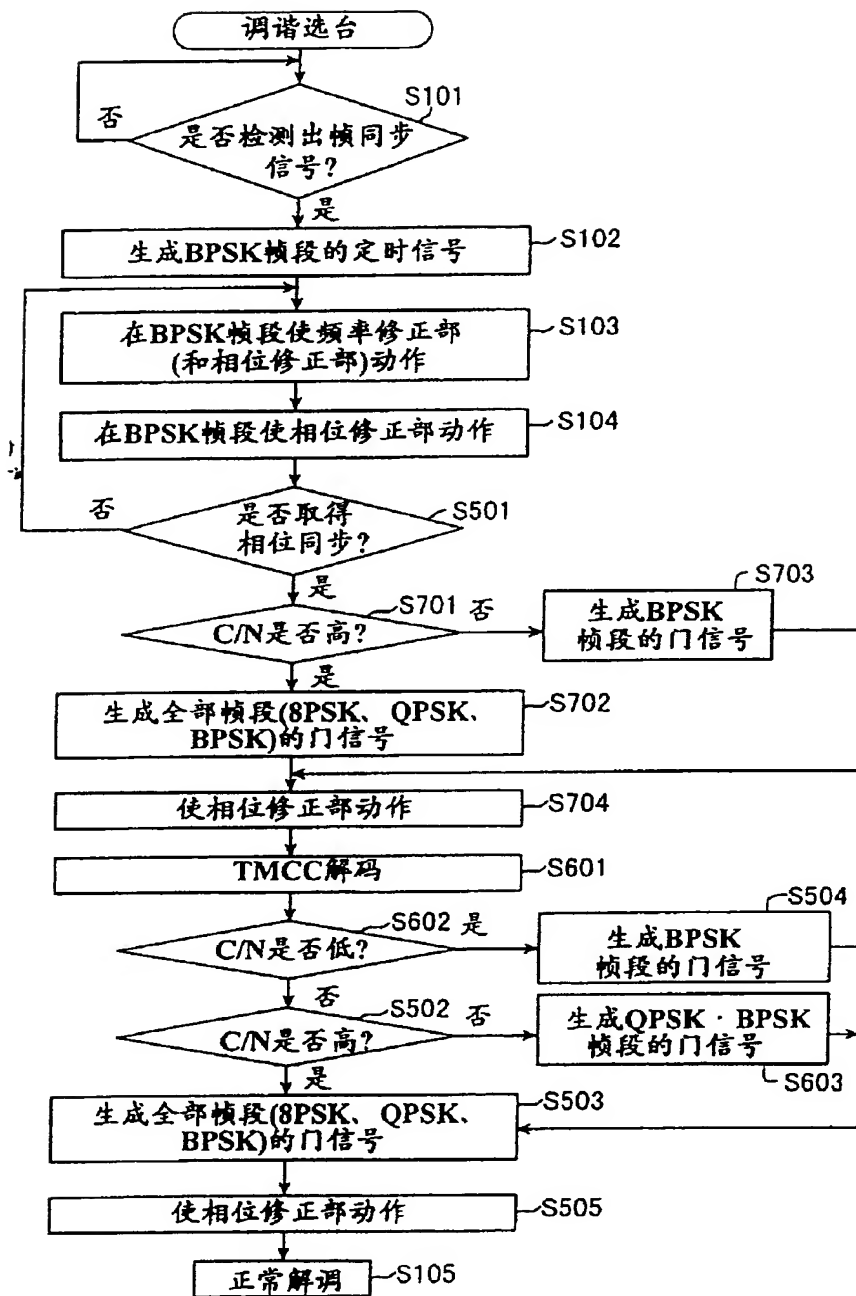


图 63

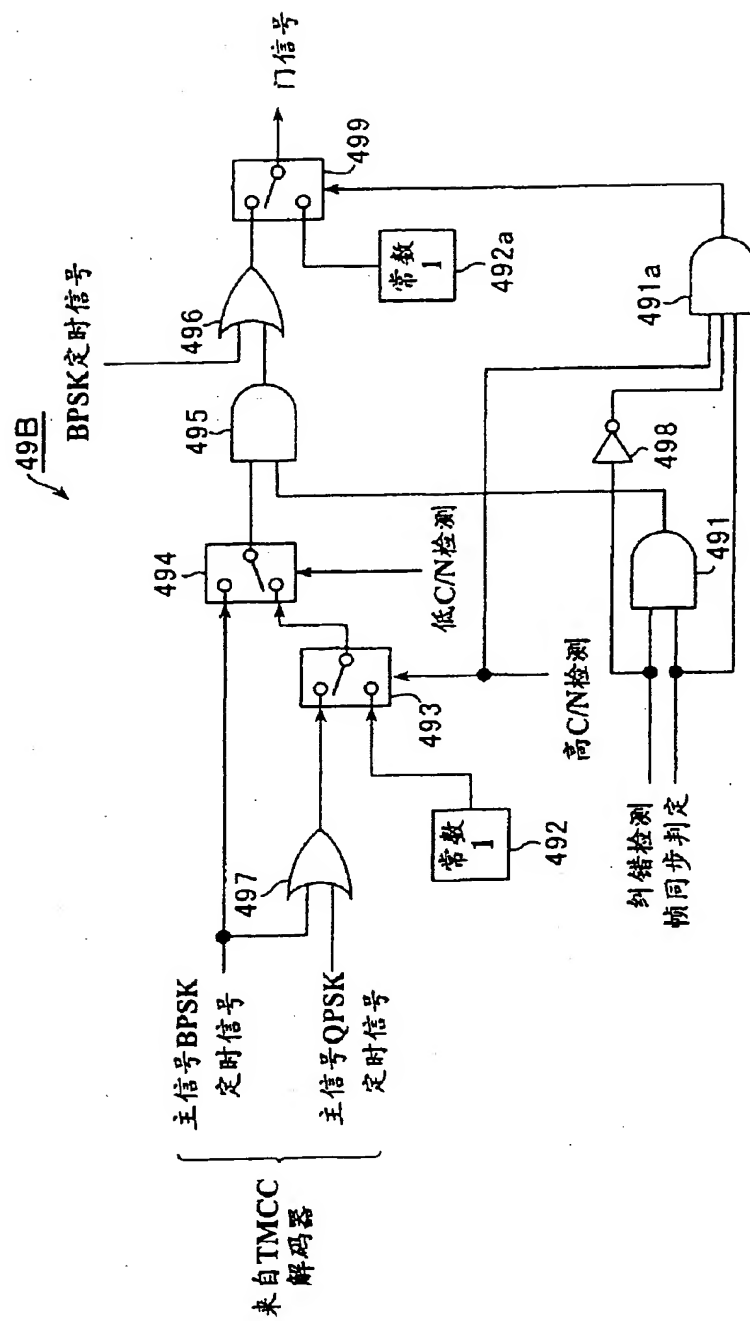


图 64

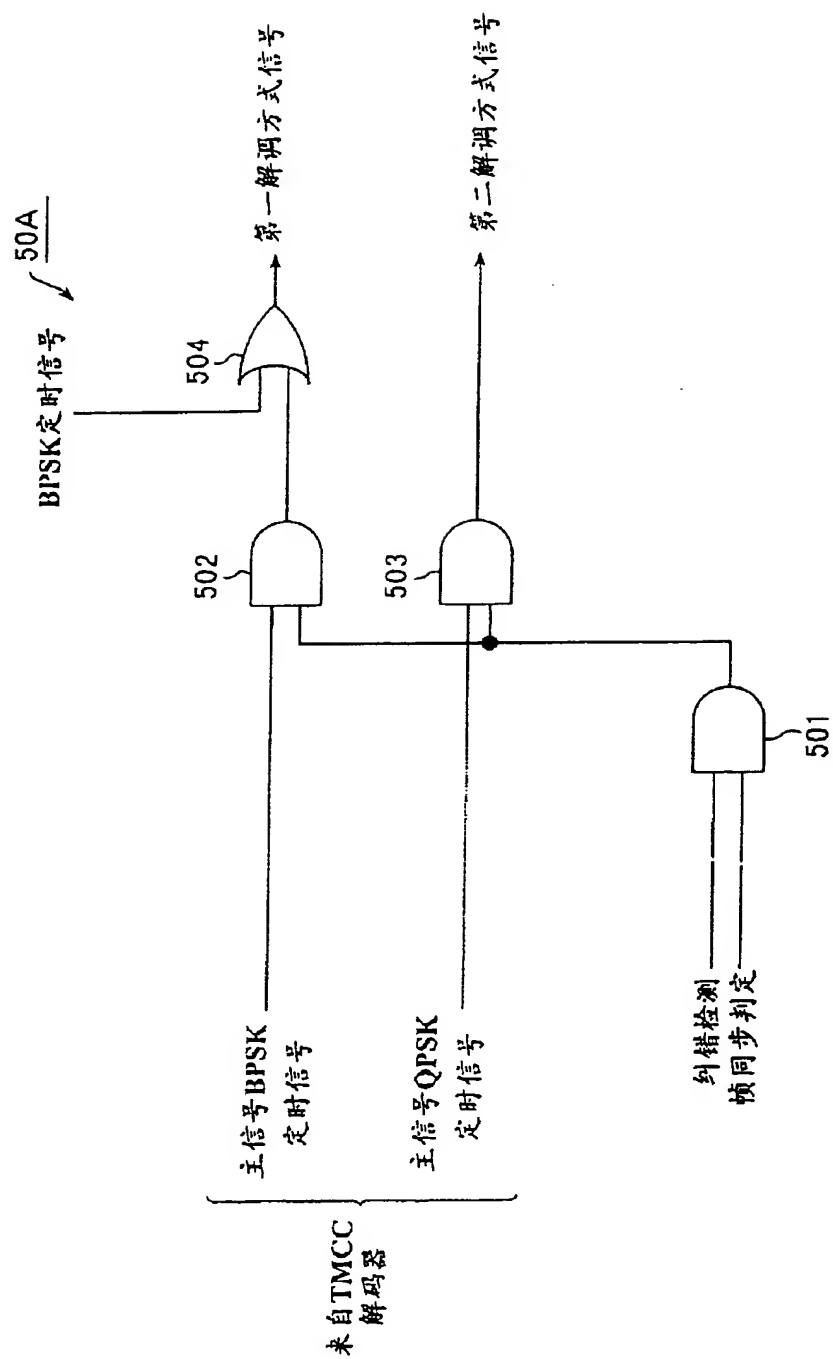


图 65

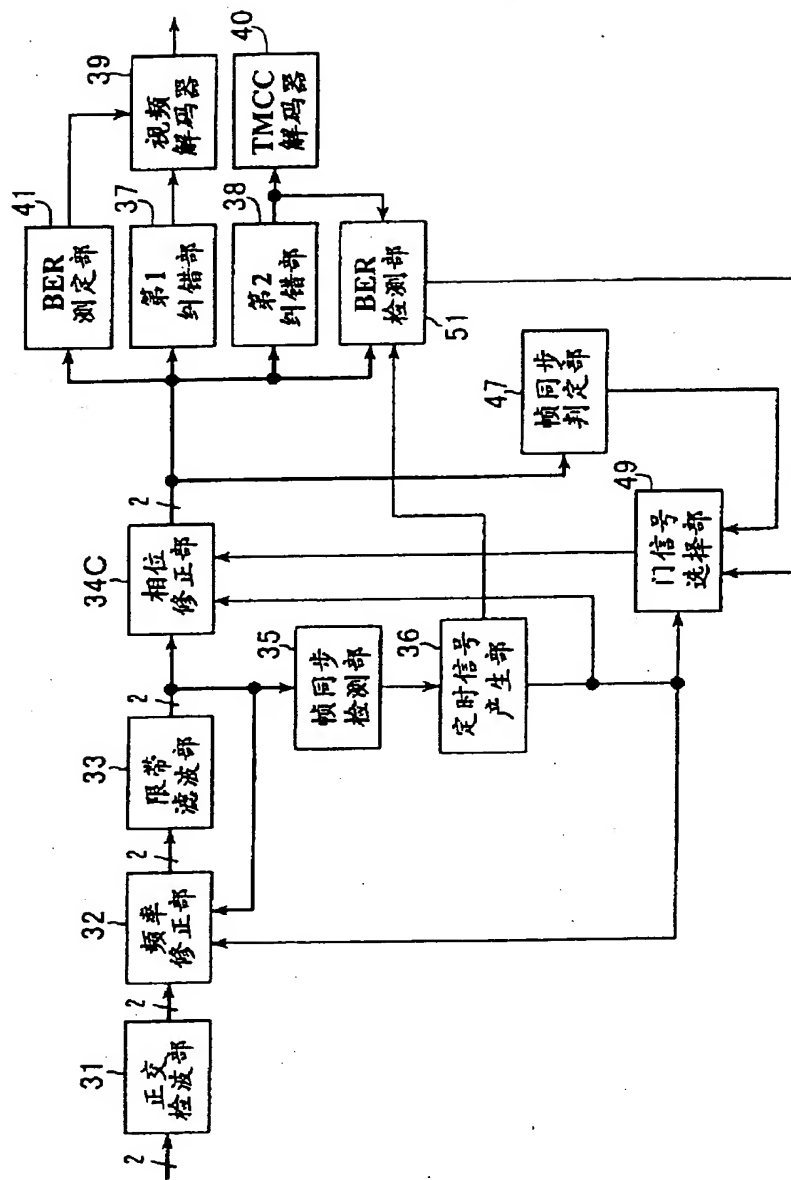


图 66

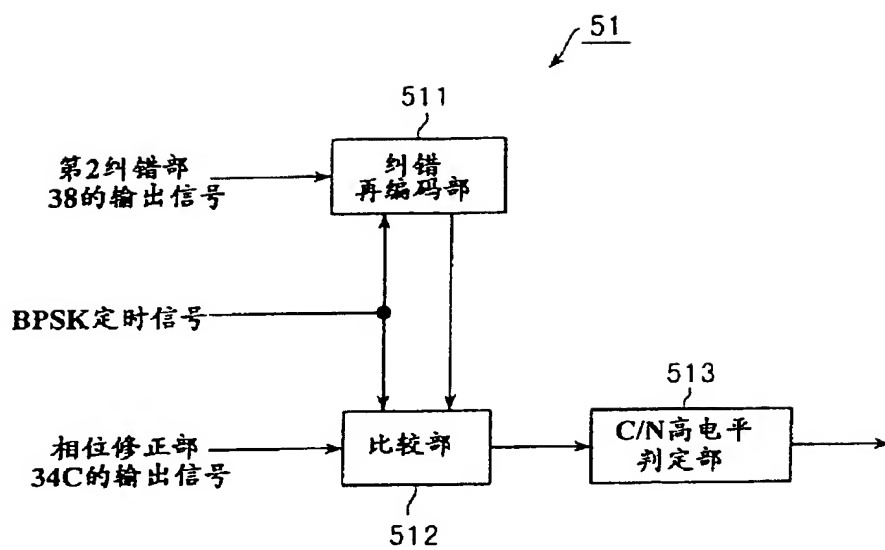


图 67

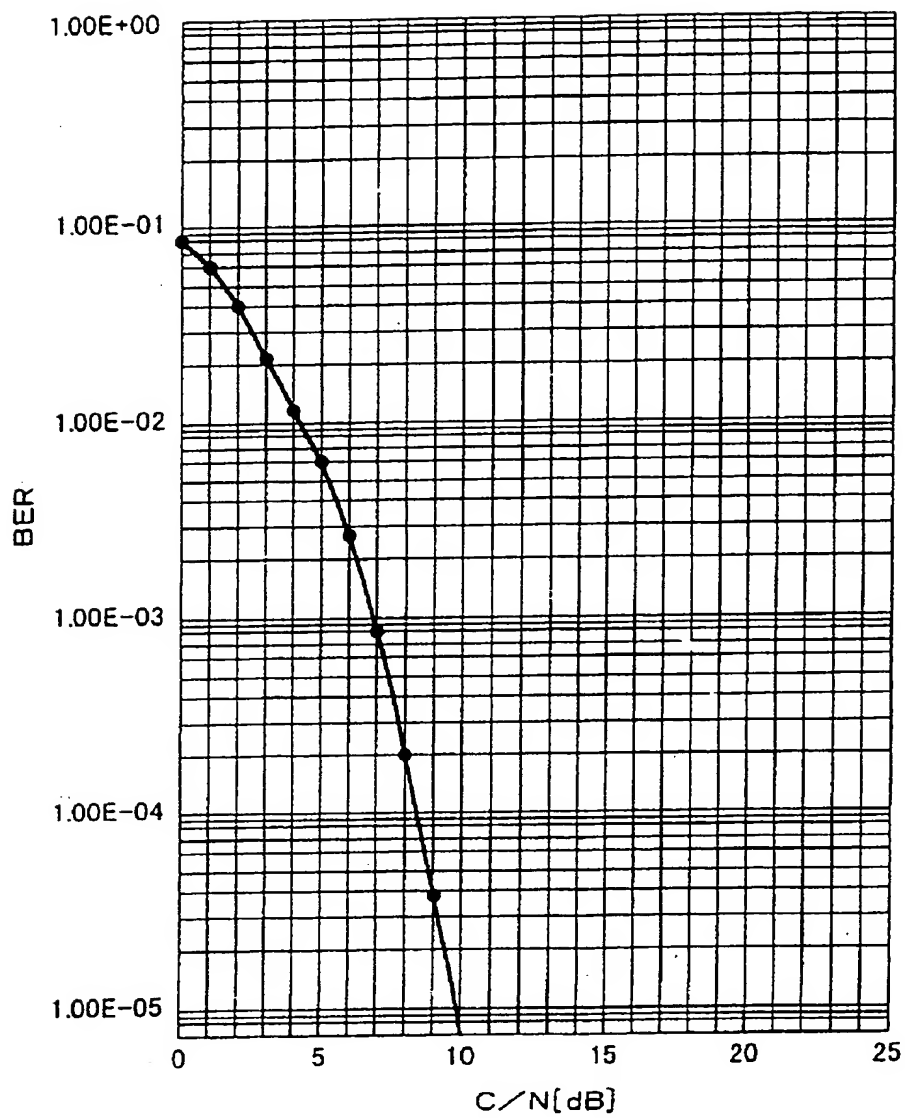


图 68

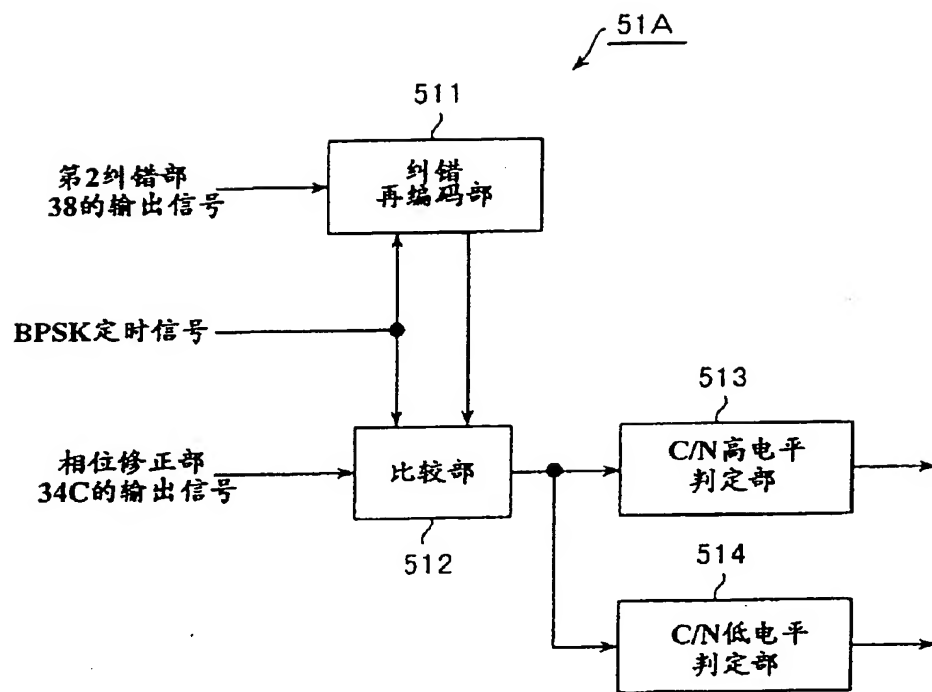


图 70

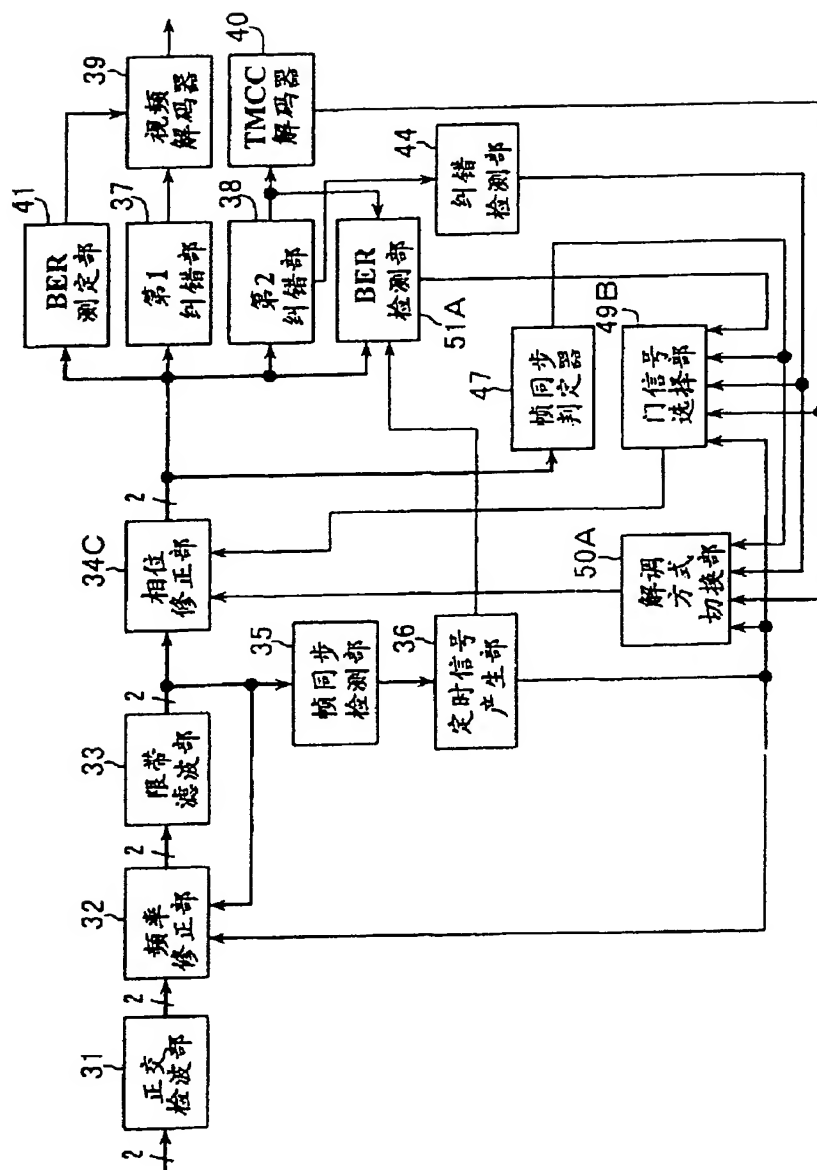


图 71

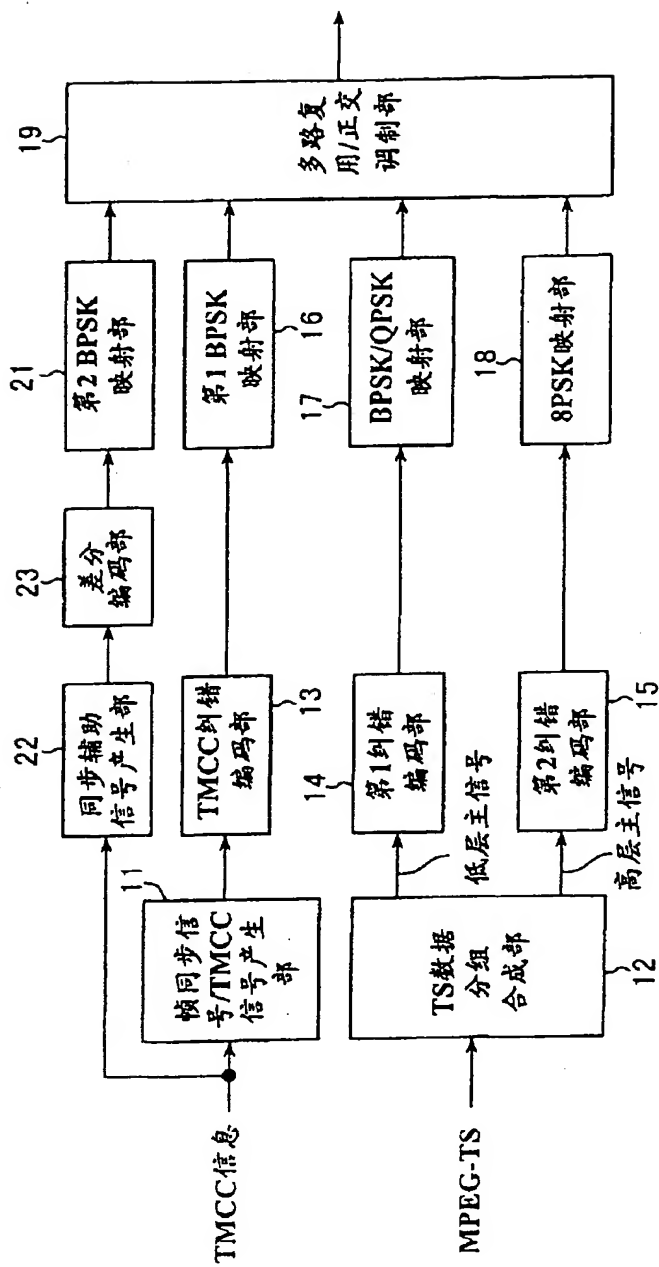


图 72

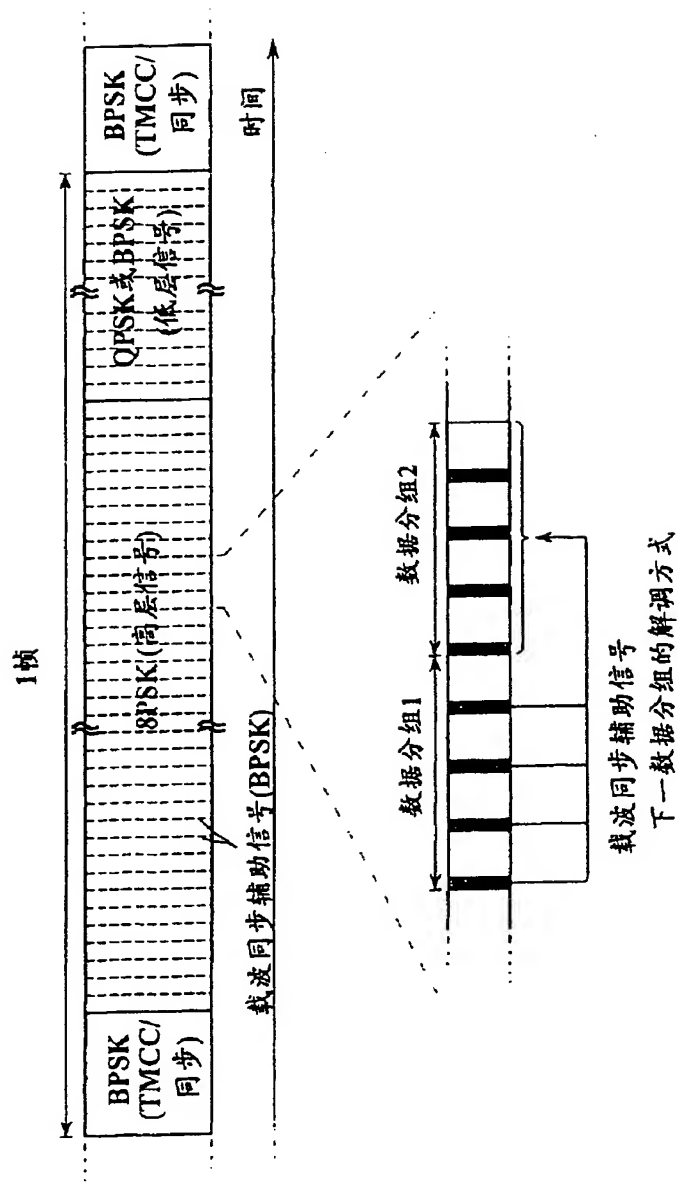


图 73

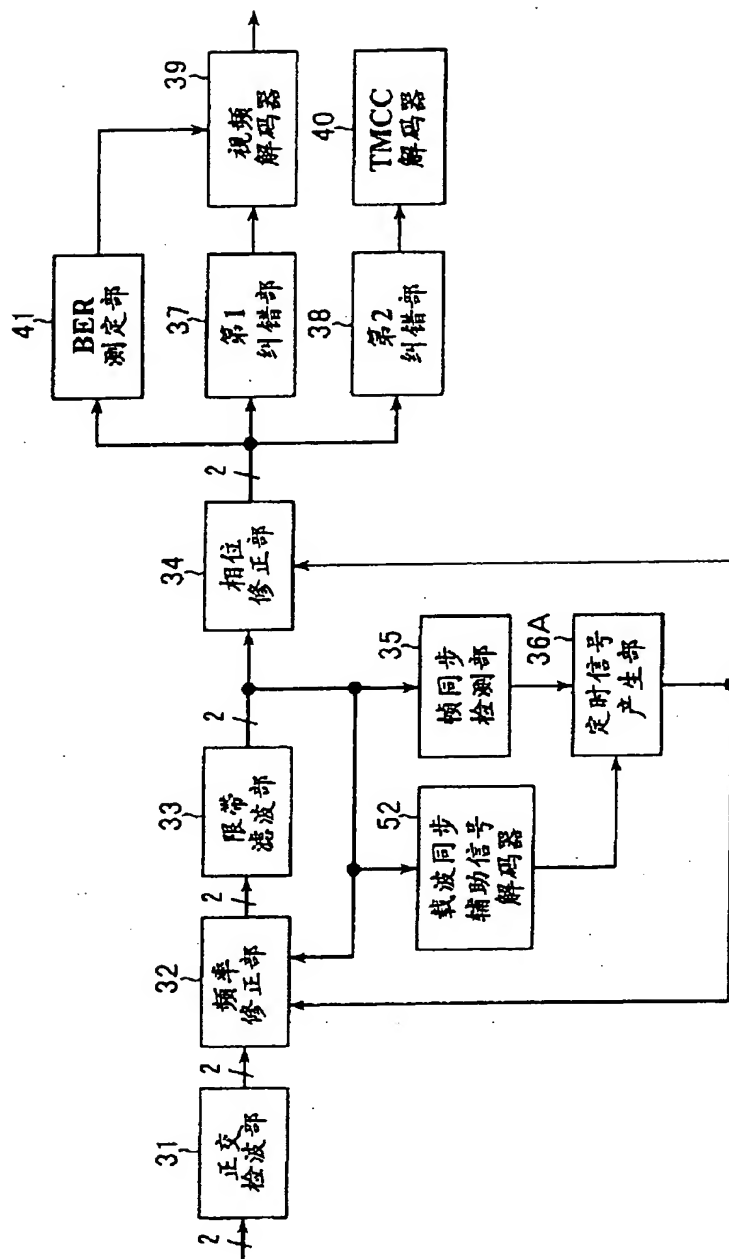


图 74

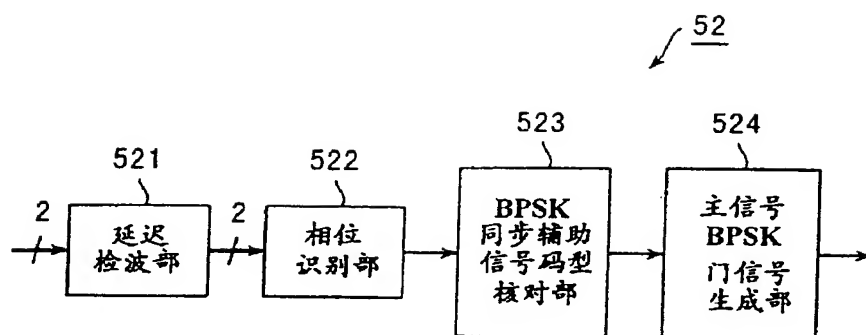


图 75

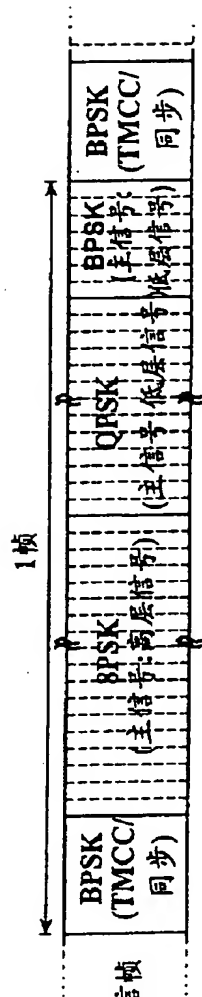


图 76(a) 通信帧



图 76(b)



图 76(c)

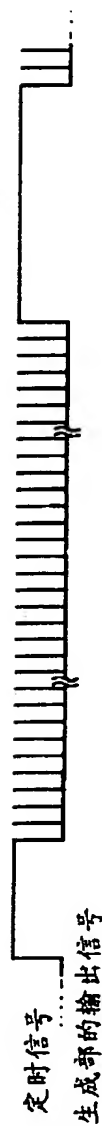


图 76(d)

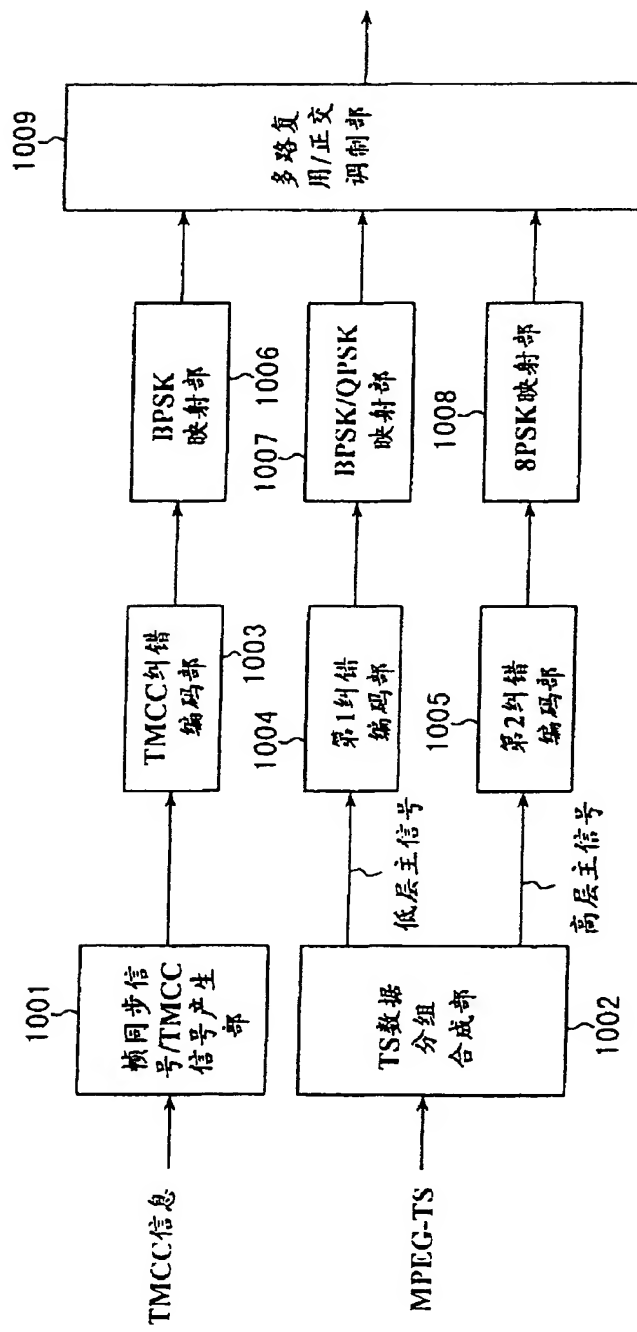


图 77

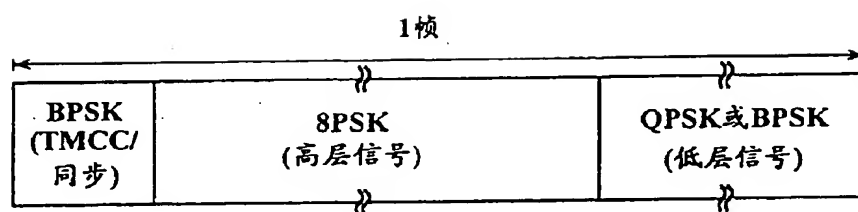
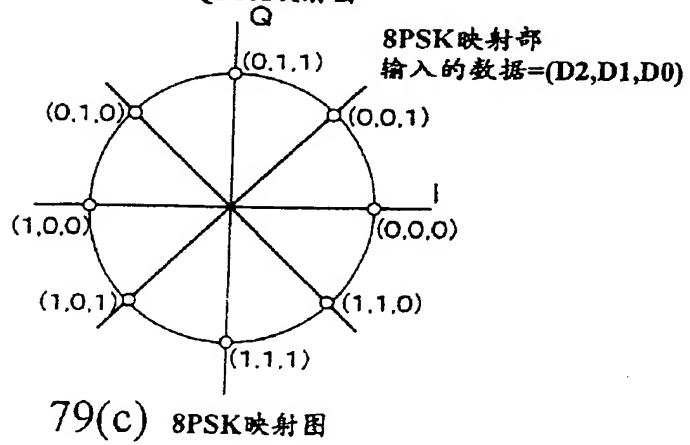
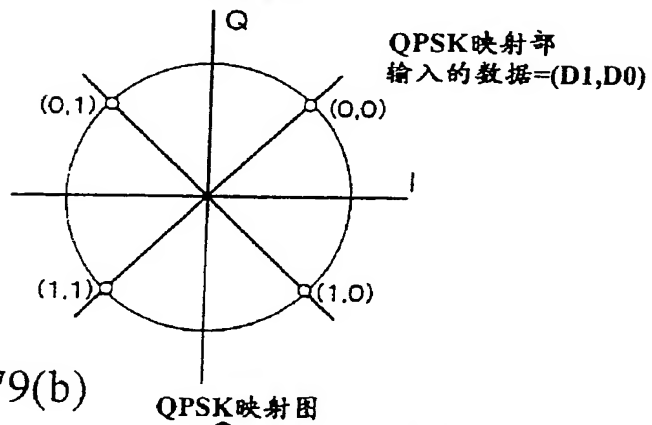
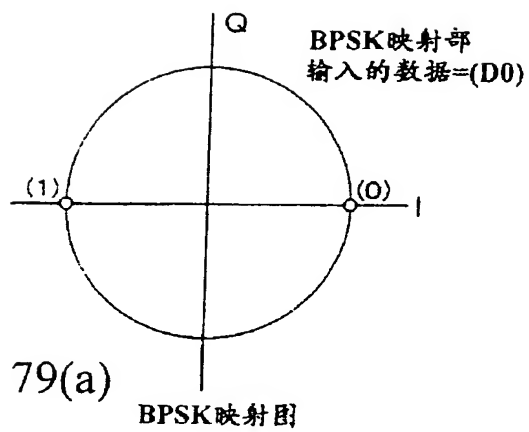


图 78



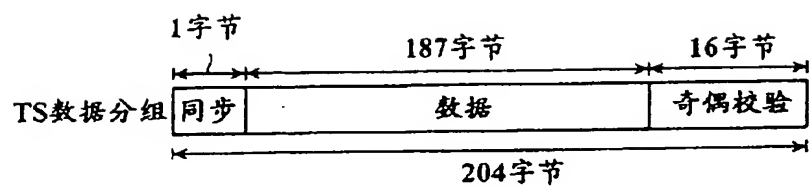


图 80(a)

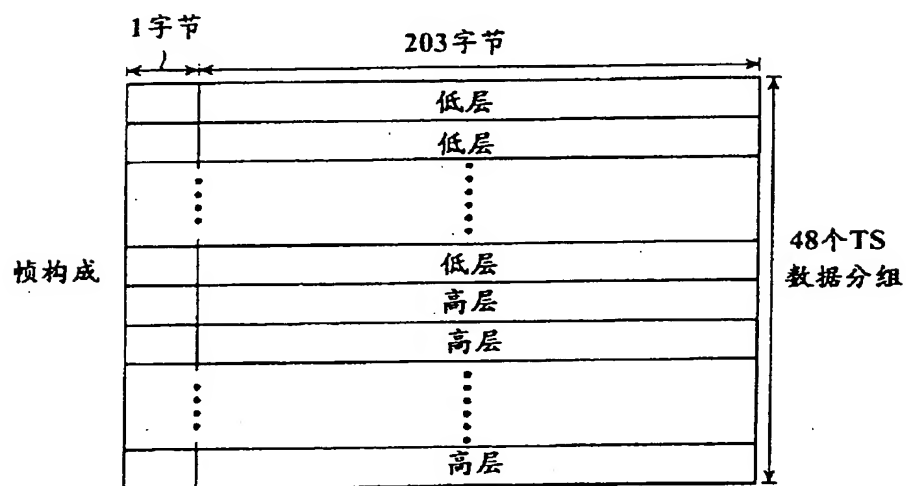


图 80(b)

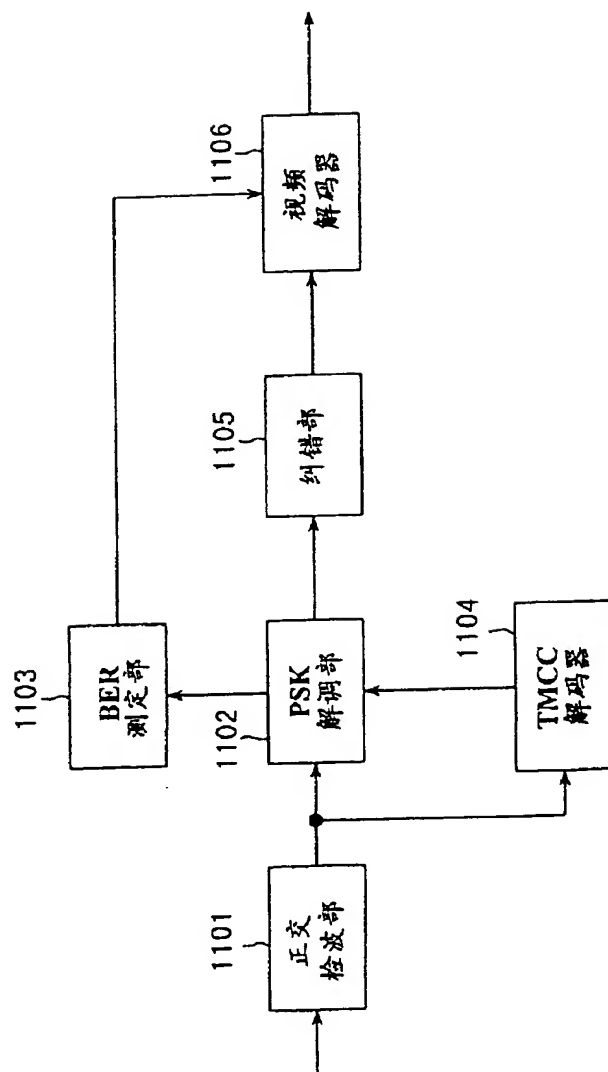


图 81

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3153188号

(P3153188)

(45) 発行日 平成13年 4 月 3 日 (2001. 4. 3)

(24) 登録日 平成13年 1 月 26 日 (2001. 1. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
H 0 4 L 27/20		H 0 4 L 27/20	Z
H 0 4 J 3/00		H 0 4 J 3/00	B
3/06		3/06	Z
H 0 4 L 7/00		H 0 4 L 7/00	F
27/22		27/22	C

請求項の数64(全 82 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-259732
(22) 出願日 平成10年 9 月 14 日 (1998. 9. 14)
(65) 公開番号 特開平11-225124
(43) 公開日 平成11年 8 月 17 日 (1999. 8. 17)
審査請求日 平成11年 9 月 14 日 (1999. 9. 14)
(31) 優先権主張番号 特願平9-254544
(32) 優先日 平成 9 年 9 月 19 日 (1997. 9. 19)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平9-332236
(32) 優先日 平成 9 年 12 月 2 日 (1997. 12. 2)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 林 芳和
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電
器産業株式会社内
(72) 発明者 神野 一平
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電
器産業株式会社内
(72) 発明者 大内 幹博
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電
器産業株式会社内
(74) 代理人 100098291
弁理士 小笠原 史朗

審査官 高野 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変調・復調装置および方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、
前記複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、
前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、
前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように、前記変調信号および前記キャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備え、

2

前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、変調装置。

【請求項 2】 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、
前記複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、
前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、
前記キャリア同期補助信号が、2シンボル以上連続して

前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように、前記変調信号および前記キャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備え、

前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、変調装置。

【請求項3】 入力する信号に対し差動符号化を施して出力する差動符号化手段をさらに備え、

前記信号生成手段は、前記差動符号化手段において差動符号化された後の信号に対し、前記データに施した複数の位相変調の内の前記最小位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成することを特徴とする、請求項1または2に記載の変調装置。

【請求項4】 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、

前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重し、

前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、変調方法。

【請求項5】 通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、

前記データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が2シンボル以上連続して前記通信フレーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重し、

前記キャリア同期補助信号は、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする、変調方法。

【請求項6】 前記キャリア同期補助信号は、差動符号化された後の信号に対し、前記データに施した複数の位相変調の内の前記最小位相変調を施すことにより生成されることを特徴とする、請求項4または5に記載の変調方法。

【請求項7】 複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散されるように、時分割

多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、

前記通信フレームの同期信号を検出することで、フレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、

前記フレーム先頭位置に基づいて、前記最小位相変調が施された期間のうち少なくとも前記キャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を与えるタイミング信号を生成するタイミング生成手段と、

前記タイミング信号で与えられる期間を複数回用いることで、前記最小位相変調に従った周波数補正動作および位相補正動作を行う補正手段とを備える、復調装置。

【請求項8】 複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、

前記通信フレーム内の予め定めた信号期間の周波数誤差を検出して周波数ずれの補正を行う周波数補正手段と、

前記通信フレーム内の予め定めた信号期間の位相誤差を検出して位相ずれの補正を行う位相補正手段と、

前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、遅延検波を用いて前記通信フレームの同期信号を検出することでフレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、

前記フレーム同期検出手段で検出した前記フレーム先頭位置に基づいて、前記最小位相変調が施された期間のうち少なくとも前記キャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出し、当該同期信号期間を与えるタイミング信号を生成するタイミング生成手段とを備え、

前記周波数補正手段および前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間において、前記最小位相変調に従った補正動作を行うことを特徴とする、復調装置。

【請求項9】 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して前記位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項10】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

10

20

30

40

50

前記位相同期検出手段と前記誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、

前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項11】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、

前記第1の位相同期検出手段と前記第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、

前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項12】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記位相同期検出手段と前記誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、

前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項13】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、

前記第1の位相同期検出手段と前記第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、

前記疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、前記位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項14】 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き

込み状態を検出して前記位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項12に記載の復調装置。

【請求項15】 前記周波数補正手段、もしくは前記位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して前記位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、

前記周波数引き込み検出手段の判断の結果、前記位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで前記周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、前記位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする、請求項13に記載の復調装置。

【請求項16】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記C/N検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項17】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号

7

を出力する復調モード切替手段と、
前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および
前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間
付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づ
き、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であ
って、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、
前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、
予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、
前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲ
ート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定
めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外
は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲ
ート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相
変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与
える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請
求項8に記載の復調装置。

【請求項18】 前記位相補正手段の出力信号を入力
し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレ
ーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/
N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検
出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正
検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各
位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付
与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段
の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信
号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手
段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替
える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、
前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および
前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間
付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づ
き、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であ
って、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、
前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、
前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲ
ート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定

8

めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合
であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、
前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、
前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲ
ート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

10 前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、
前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記
最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間
以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い
位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了して
いる場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式に
よる位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期
間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項8
に記載の復調装置。

【請求項19】 前記位相補正手段の出力信号を入力
し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレ
ーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビ
ット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）
の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記BER検出手段との検
出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期

30 があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い
場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号
を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与
えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさら
に備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記
同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出

し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内にお
いて位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出
した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作
を行うことを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項20】 前記位相補正手段の出力信号を入力
し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレ
ーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビ
ット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）
の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正
検出手段と、

50 前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各
位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付

与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項21】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、

前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項8に記載の復調装置。

【請求項22】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、

30 前記フレーム同期判定手段と前記C/N検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出

40 し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9～15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項23】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC

11

C信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9、11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項24】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、

10 前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12または14のいずれかに記載の復調装置。

【請求項25】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、

20 前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

30 位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

50 予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

12

前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12または14のいずれかに記載の復調装置。

【請求項25】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するC/N検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9、11、13または15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項26】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記C/N検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、

予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、

位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、

前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間

以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12または14のいずれかに記載の復調装置。

【請求項27】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

10 前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期判定手段と前記BER検出手段との検出結果、および前記タイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに

20 備え、前記位相補正手段は、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項9～15のいずれかに記載の復調装置。

【請求項28】 前記位相補正手段の出力信号を入力し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

30 前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC C信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、

前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

50

前記位相補正手段は、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項 10、12 または 14 のいずれかに記載の復調装置。

50 【請求項31】 前記位相補正手段の出力信号を入力

し、前記位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMC C信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、

前記通信フレームにおいて、前記同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、

前記フレーム同期判定手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号とに基づいて、前記位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、前記フレーム同期判定手段、前記BER検出手段および前記誤り訂正検出手段の検出結果、並びに前記信号期間付与手段が出力する信号と前記タイミング信号に基づき、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、

それ以外の場合は、前記最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、

予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、前記通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、前記同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、前記位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、前記タイミング信号が与える前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相差を検出し、前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、前記復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、前記ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする、請求項10、12または14のいずれかに記載の復調装置。

【請求項32】 前記フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波された位相変調信号から、伝送された信号を識別する1または2以上の位相識別手段と、前記1または2以上の位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記1または2以上の位相識別手段は、前記フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域をそれぞれ有し、2以上の当該位相識別領域はそれぞれ異なった位相回転を施して並列に設置し、

前記照合手段は、前記位相識別領域の位相回転量が異なる前記位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする、請求項8～31のいずれかに記載の復調装置。

【請求項33】 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波信号に予め定めた数種類の位相回転を与える複数の位相回転手段と、

前記複数の位相回転手段のそれぞれの出力に対し、位相識別を行う位相識別手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記位相識別手段は、前記フレーム同期信号が伝送される位相変調に対応する位相識別領域を有し、遅延検波されて異なった位相回転が与えられたそれぞれの位相変調信号に対し伝送された信号を識別し、

前記照合手段は、前記位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする、請求項8～31のいずれかに記載の復調装置。

【請求項34】 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、

前記位相識別手段の識別位相を回転する識別位相回転手段と、

30 前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記位相識別手段は、前記フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域を有し、前記位相回転手段は前記照合手段により前記フレーム同期信号を検出するまで、前記位相識別手段における前記位相識別領域の位相を回転させることを特徴とする、請求項8～31のいずれかに記載の復調装置。

【請求項35】 前記フレーム同期検出手段は、

信号を遅延検波する遅延検波手段と、

40 遅延検波信号に位相回転を与える位相回転手段と、

前記位相回転手段の出力を入力して遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、

前記位相識別手段の出力と前記フレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、

前記照合手段により前記フレーム同期信号を検出するまで、前記位相回転手段の位相を回転させることを特徴とする、請求項8～31のいずれかに記載の復調装置。

【請求項36】 前記周波数補正手段の出力信号を入力し、当該出力信号の帯域制限を行った後、前記位相補正

19

手段へ出力する帯域制限フィルタをさらに備え、
前記フレーム同期検出手段は、周波数補正手段、または
前記帯域制限フィルタ、もしくは前記位相補正手段のい
ずれかの出力信号を入力し、前記フレーム先頭位置を検
出することを特徴とする、請求項 8～35 のいずれかに
記載の復調装置。

【請求項 37】 前記キャリア同期補助信号が、前記通
信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケ
ットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する
情報を重畳している場合、

前記情報に基づいて前記最小位相変調が施されている信
号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号
を前記タイミング生成手段へ出力する情報検出手段をさ
らに備え、

前記タイミング生成手段は、前記同期信号期間に加え、
前記最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成す
ることを特徴とする、請求項 8～36 のいずれかに記載
の復調装置。

【請求項 38】 前記周波数ステップ手段は、疑似同期
が発生する周波数を $f_g [Hz]$ とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g [Hz]$ ($n = 1, 2, \dots$) に基づいて
前記位相補正手段へ入力する周波数を段階的にずらすこ
とを特徴とする、請求項 12～15 のいずれかに記載の
復調装置。

【請求項 39】 複数の位相変調信号と共に、通信フレ
ーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最
小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリ
ア同期補助信号が等時間間隔に分散されるように、時分
割多重された当該通信フレームの復調方法であって、
前記通信フレームの同期信号を検出することで、フレーム
先頭位置を検出するステップと、

前記フレーム先頭位置に基づいて、前記最小位相変調が
施された期間のうち少なくとも前記キャリア同期補助信
号の期間（以下、同期信号期間という）を与えるタイミ
ング信号を生成するステップと、

前記タイミング信号で与えられる期間を複数回用いるこ
とで、前記最小位相変調に従った周波数補正動作および
位相補正動作を行うステップとを備える、復調方法。

【請求項 40】 周波数引き込み状態を検出して、疑似
同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、
前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が
発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化
するステップとをさらに備える、請求項 39 に記載の復
調方法。

【請求項 41】 前記キャリア同期補助信号の期間にお
ける位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C 信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステッ
プと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 T

20

MCC 信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを
判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期で
ある場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさ
らに備える、請求項 39 に記載の復調方法。

【請求項 42】 前記キャリア同期補助信号の期間にお
ける位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C 信号）の期間における位相同期の状態を検出するステ
ップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 T
MCC 信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを
判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期で
ある場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさ
らに備える、請求項 39 に記載の復調方法。

【請求項 43】 前記キャリア同期補助信号の期間にお
ける位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C 信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステッ
プと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 T
MCC 信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを
判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期で
ある場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的
に変化させるステップとをさらに備える、請求項 39 に記
載の復調方法。

【請求項 44】 前記キャリア同期補助信号の期間にお
ける位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC
C 信号）の期間における位相同期の状態を検出するステ
ップと、

前記キャリア同期補助信号期間の位相同期状態と前記 T
MCC 信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを
判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期で
ある場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的
に変化させるステップとをさらに備える、請求項 39 に記
載の復調方法。

【請求項 45】 周波数引き込み状態を検出して、疑似
同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が
発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化
するステップとをさらに備える、請求項 43 に記載の復
調方法。

【請求項 46】 周波数引き込み状態を検出して、疑似
同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が
発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化

10

20

30

40

50

するステップとをさらに備える、請求項 4 4 に記載の復調方法。

【請求項 4 7】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたとしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、前記通信フレームの全期間で位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 3 9 に記載の復調方法。

【請求項 4 8】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMC C 信号) の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたとしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めたと第 2 のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 3 9 に記載の復調方法。

【請求項 4 9】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号の C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMC C 信号) の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたとしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めたと第 2 のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調 (以下、最大位相変調という) が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補

正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第 1 のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 3 9 に記載の復調方法。

【請求項 5 0】 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMC C 信号) の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたとしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 3 9 に記載の復調方法。

【請求項 5 1】 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMC C 信号) の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMC C 信号) の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたとしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 1 のしきい値と予め定めたと第 2 のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第 2 のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項 3 9 に記載の復調方法。

【請求項 5 2】 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMC C 信号) の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N (搬送波電力/雑音電力) の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号 (TMC C 信号) の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップ

と、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項39に記載の復調方法。

【請求項53】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40～46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項54】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40、42、44または46のいずれ

かに記載の復調方法。

【請求項55】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43または45のいずれかに記載の復調方法。

【請求項56】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40、42、44または46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項57】 位相同期の状態を検出するステップと、

受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、

10

20

30

40

50

て、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43または45のいずれかに記載の復調方法。

【請求項58】 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40～46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項59】 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調

が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項40、42、44または46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項60】 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43または45のいずれかに記載の復調方法。

【請求項61】 位相同期の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、

前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間の C/N である場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、

位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対し C/N が高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステッ

ブとをさらに備える、請求項40、42、44または46のいずれかに記載の復調方法。

【請求項62】 位相同期の状態を検出するステップと、
前記フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、前記通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、前記同期信号期間および前記最小位相変調が施された期間において前記最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、
位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、前記第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、前記同期信号期間では前記最小位相変調による位相誤差を検出し、前記通信フレームの前記同期信号期間以外では前記通信フレーム内における前記最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える、請求項41、43または45のいずれかに記載の復調方法。

【請求項63】 前記キャリア同期補助信号が、前記通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のパケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、
前記情報に基づいて前記最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号を前記タイミング信号を生成するステップへ出力し、前記タイミング信号を生成するステップは、前記同期信号期間に加え、前記最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする、請求項39～62のいずれかに記載の復調方法。

【請求項64】 前記周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数を f_g [Hz]とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$) に基づいて位相補正動作を行う周波数を段階的にずらすことを特徴とする、請求項43～46のいずれかに記載の復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、変調・復調装置および方法に関し、より特定的には、ディジタル衛星放送システムに使用される変調・復調装置および方法に関す

る。

【0002】

【従来の技術】 従来から、ディジタル衛星放送システムに使用される変調装置および方法として、加藤・橋本著の文献「衛星ISDB伝送方式の検討」映像情報メディア学会技術報告, BCS'97-12 (Mar. 1997) (以下、従来の文献という) に記載されたものが知られている。

【0003】 この従来の文献に記載されている変調装置および方法では、2つのデータストリームを独立に伝送することを可能としている。すなわち、低階層信号と高階層信号とに対してそれぞれ独立に誤り訂正を施し、低階層信号と高階層信号とを適当なパケット数ずつ集めて総パケット数を一定値とするフレームを構成する。ここで、従来の変調装置は、低階層信号にはBPSK（2相位相変調； Binary Phase Shift Keying）またはQPSK（4相位相変調； Quaternary Phase Shift Keying）を施し、高階層信号には8PSK（8相位相変調； 8 Phase Shift Keying）を施して時分割多重にて伝送する。また、従来の変調装置は、フレーム同期信号とフレーム内の各階層の区切りおよび各階層の変調モードを示す伝送多重制御（TMCC； Transmission Multiplexing Configuration Control）信号とを、最も低いC/N（搬送波電力／雑音電力）でも安定受信することができるBPSKを施して伝送する。

【0004】 以下、この従来の変調装置および方法を、図77～図80を用いて簡単に説明する。図77は、従来の変調装置の構成を示すブロック図である。図78は、従来の復調装置から出力される通信フレームの構造を示す図である。図79は、BPSK、QPSKおよび8PSKの符号配置へのマッピングを示す図である。図80は、従来の変調装置および方法におけるMPEGのデータ構造、およびフレーム構造を示す図である。

【0005】 図77において、従来の変調装置は、フレーム同期信号／TMCC信号生成部1001と、TSパケット合成部1002と、TMCC誤り訂正符号化部1003と、第1の誤り訂正符号化部1004と、第2の誤り訂正符号化部1005と、BPSKマッピング部1006と、BPSK／QPSKマッピング部1007と、8PSKマッピング部1008と、多重化／直交変調部1009とを備える。

【0006】 フレーム同期信号／TMCC信号生成部1001は、入力するTMCC情報に基づいてフレーム同期信号／TMCC信号を生成する。このフレーム同期信号／TMCC信号は、TMCC誤り訂正符号化部1003において誤り訂正符号化がされた後、BPSKマッピング部1006に入力される。BPSKマッピング部1006は、入力するフレーム同期信号およびTMCC信号を、図79（a）に示すBPSKの符号配置にマッピングし、多重化／直交変調部1009へ出力する。

【0007】 TSパケット合成部1002は、入力する

複数のMPEG-TSバケット(図80(a))を合成して、低階層信号のバケット群と高階層信号のバケット群から構成され、総バケット数が一定値となるフレーム(図80(b))を生成する。このフレームの内、低階層信号のバケット群は、第1の誤り訂正符号化部1004において誤り訂正符号化がされた後、BPSK/QPSKマッピング部1007に入力される。BPSK/QPSKマッピング部1007は、入力する低階層信号を、図79(a)に示すBPSKの符号配置、もしくは図79(b)に示すQPSKの符号配置にマッピングし、多重化/直交変調部1009へ出力する。一方、上記フレームの内、高階層信号のバケット群は、第2の誤り訂正符号化部1005において誤り訂正符号化がされた後、8PSKマッピング部1008に入力される。8PSKマッピング部1008は、入力する高階層信号を、図79(c)に示す8PSKの符号配置にマッピングし、多重化/直交変調部1009へ出力する。

【0008】そして、多重化/直交変調部1009は、各マッピング部から入力された各信号を、図78に示す並びで時分割多重して通信フレームを生成した後、直交変調を行い復調装置へ出力する。ここで、図78でわかるように、多重化/直交変調部1009は、BPSKが施されたフレーム同期信号およびTMCC信号、8PSKが施された高階層信号のバケット群、およびBPSKまたはQPSKが施された低階層信号のバケット群を単位として時分割多重を行い通信フレームを生成する。

【0009】次に、上記従来の変調装置において生成された通信フレームを入力して復調する復調装置を、図81を用いて説明する。図81は、従来の復調装置の構成を示すブロック図である。図81において、従来の復調装置は、直交検波部1101と、PSK復調部1102と、BER(Bit Error Rate)検出部1103と、TMCCデコーダ1104と、誤り訂正部1105と、ビデオデコーダ1106とを備える。

【0010】変調装置から送信される通信フレームは、直交検波部1101に入力される。直交検波部1101は、入力された通信フレーム内の各信号を内部の局部発振器により直交検波してデジタル化し、PSK復調部1102およびTMCCデコーダ1104へ出力する。

【0011】まず、PSK復調部1102は、入力する通信フレームの各信号がすべて8PSKが施された信号とみなして周波数補正および位相補正を行い、I、Q信号への復調を行う。ここで、TMCCデコーダ1104は、この状態でBPSKが施されたフレーム同期信号を検出し、通信フレームの先頭を認識すると同時に、8相の位相のうちどの位相でPSK復調部1102が位相同期しているかを検出する。また、TMCCデコーダ1104は、フレーム同期信号に後続するTMCC信号を検出することにより各階層信号に施されている位相変調の構成を識別して、位相補正のための位相誤差検出にお

る復調装置側の位相基準を各位相変調に対応するものに切り替える。そして、PSK復調部1102は、復調したI、Q信号が8相の位相のうちどの位相に位相同期したかという位相情報をもとにマッピングし直し、絶対位相化したI、Q信号に変換した後段の誤り訂正部1105へ出力する。

【0012】誤り訂正部1105は、独立に2系統の誤り訂正回路を有しており、復号したTMCC信号に基づいてPSK復調部1102で復調された信号をバケット単位で振り分けて誤り訂正を施した後、時分割多重伝送のために時間軸上で並び替えたバケットの順番を元に戻す作業を行う。この出力は、ビデオデコーダ1106へ出力される。

【0013】BER検出部1103は、誤り訂正符号化の一種であるトレリス符号化が施されている復調した8PSK信号に対し、トレリス復号を行って得た信号に再度トレリス符号化を施して、復調した8PSK信号と比較することにより高階層信号のBERをモニタする。その結果、高階層の復号映像の品質が許容値を下回ったと判断された場合には、BER検出部1103は、伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の映像信号を出力するようにビデオデコーダ1106に信号を制御する。

【0014】以上のような処理により、従来の変調・復調装置および方法では、受信中に降雨等により伝送路の品質が劣化してもサービスの視聴を継続できるようにしている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、上記従来の変調装置では、低階層信号と高階層信号とに対してそれぞれ独立に誤り訂正を施し、低階層信号には伝送効率は低いが伝送信頼性が高いBPSKまたはQPSKを、高階層信号には伝送効率は高いが伝送信頼性が低い8PSKをそれぞれ施し、それらを時分割多重にて送信している。これに対し、上記従来の復調装置においては、まず、入力する通信フレームの各信号をすべて8PSKが施された信号とみなして周波数補正および位相補正を行う。そして、キャリア同期ができた後はTMCC信号を復号して各階層信号に施された位相変調の構成を識別して各信号ごとに復調すると共に、BERを検出することで伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の信号を選択できるようにしている。

【0016】しかしながら、上記従来の復調装置では、8PSKによる復調(周波数補正および位相補正)ができない低C/N時に電源投入やチャンネル選択等の動作を行った場合、キャリア同期ができない、すなわち、サービスの視聴ができないという問題があった。

【0017】それ故、本発明の目的は、低C/N時ににおいて復調装置の電源投入やチャンネル選択等の動作を行っても、安定かつ高速にキャリア同期を行うことができる変調・復調装置および方法を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内で等時間間隔に分散するように、変調信号およびキャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備え、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

【0019】第2の発明は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調装置であって、複数のデータの各々に対し、データ内容に対応する位相変調を施して変調信号を生成する位相変調手段と、データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成する信号生成手段と、キャリア同期補助信号が、2シンボル以上連続して通信フレーム内で等時間間隔に分散するように、変調信号およびキャリア同期補助信号を時分割多重する多重化手段とを備え、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

【0020】上記のように、第1および第2の発明によれば、次のバケットの変調方式を定義する情報を重畳した復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、バケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもバケット内に分散させたキャリア同期補助信号および最小位相変調が施された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0021】第3の発明は、第1および第2の発明において、入力する信号に対し差動符号化を施して出力する差動符号化手段をさらに備え、信号生成手段は、差動符号化手段において差動符号化された後の信号に対し、データに施した複数の位相変調の内の最小位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成することを特徴とする。

【0022】上記のように、第3の発明によれば、第1および第2の発明において、次のバケットの変調方式を定義する情報を重畳した復調装置においてキャリア同期

を補助する信号を、差動符号化を施した後に生成する。これにより、復調装置においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号することができる。

【0023】第4の発明は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が通信フレーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重し、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

【0024】第5の発明は、通信対象である複数のデータに対し、当該データの各階層毎に異なった伝送効率の位相変調を施して予め定めた固定長の通信フレームを生成する変調方法であって、データに施した複数の位相変調の内の位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施したキャリア同期補助信号を生成し、当該キャリア同期補助信号が2シンボル以上連続して通信フレーム内で等時間間隔に分散するように時分割多重し、キャリア同期補助信号は、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳することを特徴とする。

【0025】上記のように、第4および第5の発明によれば、復調動作の際において次のバケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強い最小位相変調により変調し、バケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調動作の際において、低C/N状態においてもバケット内に分散させたキャリア同期補助信号および最小位相変調が施された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0026】第6の発明は、第4および第5の発明において、キャリア同期補助信号は、差動符号化された後の信号に対し、データに施した複数の位相変調の内の最小位相変調を施すことにより生成されることを特徴とする。

【0027】上記のように、第6の発明によれば、第4および第5の発明において、復調動作の際において次のバケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を差動符号化を施した後に生成する。これにより、復調動作の際においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号することができる。

【0028】第7の発明は、複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調

10

20

30

40

50

調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散されるように、時分割多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、通信フレームの同期信号を検出することで、フレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、フレーム先頭位置に基づいて、最小位相変調が施された期間のうち少なくともキャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を与えるタイミング信号を生成するタイミング生成手段と、タイミング信号で与えられる期間を複数回用いることで、最小位相変調に従った周波数補正動作および位相補正動作を行う補正手段とを備える。

【0029】第8の発明は、複数の位相変調信号と共に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調を施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散するように、時分割多重された当該通信フレームを受信する復調装置であって、通信フレーム内の予め定めた信号期間の周波数誤差を検出して周波数ずれの補正を行う周波数補正手段と、通信フレーム内の予め定めた信号期間の位相誤差を検出して位相ずれの補正を行う位相補正手段と、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、遅延検波を用いて通信フレームの同期信号を検出することでフレーム先頭位置を検出するフレーム同期検出手段と、フレーム同期検出手段で検出したフレーム先頭位置に基づいて、最小位相変調が施された期間のうち少なくともキャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を検出し、当該同期信号期間を与えるタイミング信号を生成するタイミング生成手段とを備え、周波数補正手段および位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間において、最小位相変調に従った補正動作を行うことを特徴とする。

【0030】上記のように、第8の発明によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、バケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号を用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0031】第9の発明は、第8の発明において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0032】上記のように、第9の発明によれば、第8の発明において、周波数引き込み検出手段を設け、周波数補正手段において位相補正手段が疑似同期しない周波

数まで周波数補正が行われてから、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0033】第10の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、位相同期検出手段と誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0034】上記のように、第10の発明によれば、第8の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0035】第11の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、第1の位相同期検出手段と第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0036】上記のように、第11の発明によれば、第8の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0037】第12の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する位相同期検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、位相同期検出手段と誤り訂正検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期で

ある場合は、位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0038】上記のように、第12の発明によれば、第8の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正手段の周波数を制御して位相補正手段で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0039】第13の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出する第1の位相同期検出手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出する第2の位相同期検出手段と、第1の位相同期検出手段と第2の位相同期検出手段との検出結果から疑似同期か否かを判定する疑似同期判定手段と、疑似同期判定手段の判定の結果、疑似同期である場合は、位相補正手段へ入力する周波数を段階的に変化させる周波数ステップ手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0040】上記のように、第13の発明によれば、第8の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号／TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正手段の周波数を制御して位相補正手段で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

【0041】第14の発明は、第12の発明において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備えることを特徴とする。

【0042】第15の発明は、第13の発明において、周波数補正手段、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、周波数引き込み状態を検出して位相補正手段が疑似同期する周波数か否かを判断する周波数引き込み検出手段と、周波数引き込み検出手段の判断の結果、位相補正手段が疑似同期しない周波数にまで周波数補正手段における周波数補正が完了した場合は、位相補正手段を初期化する位相補正リセット手段とをさらに備

えることを特徴とする。

【0043】上記のように、第14および第15の発明によれば、第12および第13の発明において、さらに周波数引き込み検出手段を設け、周波数補正手段において位相補正手段が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正手段を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になる。

10 【0044】第16の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期判定手段とC/N検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号を与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

20 【0045】上記のように、第16の発明によれば、第8の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

30 【0046】第17の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完

了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0047】上記のように、第17の発明によれば、第8の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0048】第18の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与

えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0049】上記のように、第18の発明によれば、第8の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0050】第19の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期判定手段とBER検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0051】上記のように、第19の発明によれば、第8の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大

位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0052】第20の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0053】上記のように、第20の発明によれば、第8の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0054】第21の発明は、第8の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム

同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0055】上記のように、第21の発明によれば、第8の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタ

の影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0056】第22の発明は、第9～第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期判定手段とC/N検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号を与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0057】第23の発明は、第9、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0058】第24の発明は、第10、第12および第14の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出

するC/N検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号を与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0059】第25の発明は、第9、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない

場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0060】第26の発明は、第10、第12および第14の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、位相補正手段の出力信号を入力し、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するC/N検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、C/N検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0061】第27の発明は、第9～第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット

誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期判定手段とBER検出手段との検出結果、およびタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を生成し、それ以外の場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0062】第28の発明は、第9、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0063】第29の発明は、第10、第12および第14の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、通信

フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合以外は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出し、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0064】第30の発明は、第9、第11、第13および第15の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出する誤り訂正検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C

／ N が低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0065】第31の発明は、第10、第12および第14の発明において、位相補正手段の出力信号を入力し、位相補正手段における位相同期を検出するフレーム同期判定手段と、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいて C/N （搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するBER検出手段と、通信フレームにおいて、同期信号期間以外の各位相変調信号の期間を与える信号を出力する信号期間付与手段と、フレーム同期判定手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号とに基づいて、位相補正手段における復調方式を、位相変調方式に対応して切り替える復調モード信号を出力する復調モード切替手段と、フレーム同期判定手段、BER検出手段および誤り訂正検出手段の検出結果、並びに信号期間付与手段が出力する信号とタイミング信号に基づき、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、最小位相変調が施されている信号の期間を与えるゲート信号を、それ以外の場合は、最小位相変調期間および予め定めた変調信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、予め定めた第1のしきい値に対し C/N が高い場合は、通信フレームの全期間を与えるゲート信号を、予め定めた第2のしきい値に対し C/N が低い場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成し、位相同期がない場合は、同期信号期間を与えるゲート信号を生成するゲート信号生成手段とをさらに備え、位相補正手段は、誤り訂正が完了していない場合、タイミング信号が与える同期信号期間では最小位相変調による位相差を検出し、同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出し、誤り訂正が完了している場合、復調モード信号に従った位相変調方式による位相誤差を検出した後、ゲート信号が与える期間に従って補正動作を行うことを特徴とする。

【0066】上記のように、第22～第31の発明は、

第 9 ～ 第 1 5 の発明と第 1 6 ～ 第 2 1 の発明とをそれぞれ組み合わせたものである。従って、第 2 2 ～ 第 3 1 の発明は、それぞれ低 C/N 状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、周波数補正手段による周波数引き込み過程等において、位相補正手段における疑似同期の回避が可能になり、かつ、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0067】第 3 2 の発明は、第 8 ～ 第 3 1 の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波された位相変調信号から、伝送された信号を識別する 1 または 2 以上の位相識別手段と、1 または 2 以上の位相識別手段の出力とフレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、1 または 2 以上の位相識別手段は、フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域をそれぞれ有し、2 以上の当該位相識別領域はそれぞれ異なった位相回転を施して並列に設置し、照合手段は、位相識別領域の位相回転量が異なる位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする。

【0068】第 3 3 の発明は、第 8 ～ 第 3 1 の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波信号に予め定めた数種類の位相回転を与える複数の位相回転手段と、複数の位相回転手段のそれぞれの出力に対し、位相識別を行う位相識別手段と、位相識別手段の出力とフレーム同期信号とのパターン照合を行う照合手段とを備え、位相識別手段は、フレーム同期信号が伝送される位相変調に対応する位相識別領域を有し、遅延検波されて異なった位相回転を与えられたそれぞれの位相変調信号に対し伝送された信号を識別し、照合手段は、位相識別手段のそれぞれの出力に対してパターン照合を行うことを特徴とする。

【0069】第 3 4 の発明は、第 8 ～ 第 3 1 の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、位相識別手段の識別位相を回転する識別位相回転手段と、位相識別手段の出力とフレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、位相識別手段は、フレーム同期信号を伝送する位相変調に対応した位相識別領域を有し、位相回転手段は照合手段によりフレーム同期信号を検出するまで、位相識別手段における位相識別領域の位相を回転させることを特徴とする。

【0070】第 3 5 の発明は、第 8 ～ 第 3 1 の発明において、フレーム同期検出手段は、信号を遅延検波する遅延検波手段と、遅延検波信号に位相回転を与える位相回転手段と、位相回転手段の出力を入力して遅延検波された位相変調信号から伝送された信号を識別する位相識別手段と、位相識別手段の出力とフレーム同期信号のパターン照合を行う照合手段とを備え、照合手段によりフ

ーム同期信号を検出するまで、位相回転手段の位相を回転させることを特徴とする。

【0071】上記のように、第 3 2 ～ 第 3 5 の発明は、第 8 ～ 第 3 1 におけるフレーム同期検出手段の典型的な構成を示したものである。これにより、入力周波数誤差が大きいたくても、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができる。

【0072】第 3 6 の発明は、第 8 ～ 第 3 5 の発明において、周波数補正手段の出力信号を入力し、当該出力信号の帯域制限を行った後、位相補正手段へ出力する帯域制限フィルタをさらに備え、フレーム同期検出手段は、周波数補正手段、または帯域制限フィルタ、もしくは位相補正手段のいずれかの出力信号を入力し、フレーム先頭位置を検出することを特徴とする。

【0073】上記のように、第 3 6 の発明は、第 8 ～ 第 3 5 の発明において、周波数補正手段が出力する位相変調信号をスペクトル整形する帯域制限フィルタをさらに構成に加えたものである。従って、第 3 7 の発明の効果は、それぞれ第 9 ～ 第 3 6 の発明の効果と同様である。

【0074】第 3 7 の発明は、第 8 ～ 第 3 6 の発明において、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、情報に基づいて最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号をタイミング生成手段へ出力する情報検出手段をさらに備え、タイミング生成手段は、同期信号期間に加え、最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする。

【0075】上記のように、第 3 7 の発明によれば、第 8 ～ 第 3 6 の発明において、時分割多重される位相変調信号のうち、バケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号に加え、最小位相変調がなされている主信号をも用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行う。これにより、低 C/N 状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0076】第 3 8 の発明は、第 1 2 ～ 第 1 5 の発明において、周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数を $f_g [Hz]$ とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g [Hz]$ ($n = 1, 2, \dots$) に基づいて位相補正手段に入力する周波数を段階的にずらすことを特徴とする。

【0077】上記のように、第 3 8 の発明によれば、第 1 2 ～ 第 1 5 の発明において、周波数ステップ手段は、疑似同期が発生する周波数 f_g をステップ単位として、周波数を正負交互に順に大きくするようにずらす。これにより、疑似同期である場合であっても上記ステップ動作を繰り返すことで、最終的に正常同期を行うことができる。

【0078】第 3 9 の発明は、複数の位相変調信号と共

に、通信フレーム内において位相数が最も少ない位相変調（以下、最小位相変調という）を用いて位相変調が施されたキャリア同期補助信号が等時間間隔に分散されるように、時分割多重された当該通信フレームの復調方法であって、通信フレームの同期信号を検出することで、フレーム先頭位置を検出するステップと、フレーム先頭位置に基づいて、最小位相変調が施された期間のうち少なくともキャリア同期補助信号の期間（以下、同期信号期間という）を与えるタイミング信号を生成するステップと、タイミング信号で与えられる期間を複数回用いることで、最小位相変調に従った周波数補正動作および位相補正動作を行うステップとを備える。

【0079】上記のように、第39の発明によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、バケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号を用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。また、入力周波数誤差が大きいたくでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができ

る。
【0080】第40の発明は、第39の発明において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0081】上記のように、第40の発明によれば、第39の発明において、周波数引き込み状態の検出を行い、周波数補正動作において位相補正動作が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0082】第41の発明は、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0083】上記のように、第41の発明によれば、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正

動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0084】第42の発明は、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0085】上記のように、第42の発明によれば、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0086】第43の発明は、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の誤り訂正状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える。

【0087】上記のように、第43の発明によれば、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正動作の周波数を制御して位相補正動作で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0088】第44の発明は、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の期間における位相同期の状態を検出するステップと、キャリア同期補助信号期間の位相同期状態とTMCC信号期間の位相同期状態とから疑似同期か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期である場合は、位相補正動作を行わせる周波数を段階的に変化させるステップとをさらに備える。

【0089】上記のように、第44の発明によれば、第39の発明において、キャリア同期補助信号の期間にお

51

ける位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正動作の周波数を制御して位相補正動作で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0090】第45の発明は、第43の発明において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0091】第46の発明は、第44の発明において、周波数引き込み状態を検出して、疑似同期が発生する周波数か否かを判定するステップと、判定するステップにおける判断の結果、疑似同期が発生しない周波数である場合は、位相補正動作を初期化するステップとをさらに備える。

【0092】上記のように、第45および第46の発明によれば、第43および第44の発明において、さらに周波数引き込み状態の検出を行い、周波数補正動作において位相補正動作が疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正動作を初期化して再動作させる。これにより、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になる。

【0093】第47の発明は、第39の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、通信フレームの全期間で位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0094】上記のように、第47の発明によれば、第39の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたいきい値である場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0095】第48の発明は、第39の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップ

52

と、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0096】上記のように、第48の発明によれば、第39の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0097】第49の発明は、第39の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力/雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0098】上記のように、第49の発明によれば、第39の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態を検出し、当該C/Nが予め定めたいきい値である場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされてい

10

20

30

40

50

るとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0099】第50の発明は、第39の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0100】上記のように、第50の発明によれば、第39の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対しても最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0101】第51の発明は、第39の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0102】上記のように、第51の発明によれば、第39の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0103】第52の発明は、第39の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N(搬送波電力/雑音電力)の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号(TMCC信号)の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調(以下、最大位相変調という)が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0104】上記のように、第52の発明によれば、第39の発明において、最小位相変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの内、同期信号期間以外の全期間において最大位相変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、復調モード信号に従った位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の状態では最小位相変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態

においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0105】第53の発明は、第40～第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0106】第54の発明は、第40、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のいきい値と予め定めたいきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のいきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0107】第55の発明は、第41、第43および第45の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のいきい値と予め定めたいきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のいきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0108】第56の発明は、第40、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理

の訂正状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のいきい値と予め定めたいきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のいきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のいきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0109】第57の発明は、第41、第43および第45の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、受信信号のC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のいきい値と予め定めたいきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のいきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位相同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のいきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0110】第58の発明は、第40～第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位相同期があり、かつ、予め定めたいきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0111】第59の発明は、第40、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0112】第60の発明は、第41、第43および第45の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0113】第61の発明は、第40、第42、第44および第46の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正処理の訂正状態を検出するステップと、位同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調とい

う）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0114】第62の発明は、第41、第43および第45の発明において、位相同期の状態を検出するステップと、フレーム同期信号に含まれる伝送制御信号（TMCC信号）の誤り訂正前のビット誤り率を測定し、当該ビット誤り率に基づいてC/N（搬送波電力／雑音電力）の状態を検出するステップと、位同期があり、かつ、誤り訂正が完了した場合であって、予め定めた第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、通信フレームの全期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第1のしきい値と予め定めた第2のしきい値との間のC/Nである場合、通信フレーム内において位相数が最も多い位相変調（以下、最大位相変調という）が施された期間以外の期間において対応する位相変調による位相誤差を検出し、当該第2のしきい値に対しC/Nが低い場合は、同期信号期間および最小位相変調が施された期間において最小位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップと、位同期があり、かつ、誤り訂正が完了していない場合であって、第1のしきい値に対しC/Nが高い場合、同期信号期間では最小位相変調による位相誤差を検出し、通信フレームの同期信号期間以外では通信フレーム内における最大位相変調による位相誤差を検出した後、位相補正動作を行うステップとをさらに備える。

【0115】上記のように、第53～第62の発明は、第40～第46の発明と第47～第52の発明とをそれぞれ組み合わせたものである。従って、第53～第62の発明は、それぞれ低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、周波数補正動作による周波数引き込み過程等において、位相補正動作における疑似同期の回避が可能になり、かつ、主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0116】第63の発明は、第39～第62の発明において、キャリア同期補助信号が、通信フレーム内の時分割多重される位置に対して次のバケットとなる変調信号に施されている位相変調を識別する情報を重畳している場合、情報に基づいて最小位相変調が施されている信号の期間を検出し、当該最小位相変調期間を与える信号をタイミング信号を生成するステップへ出力し、タイミ

ング信号を生成するステップは、同期信号期間に加え、最小位相変調期間を与えるタイミング信号を生成することを特徴とする。

【0117】上記のように、第63の発明によれば、第39～第62の発明において、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含む最小位相変調信号に加え、最小位相変調がなされている主信号をも用いて周波数補正および位相補正（搬送波再生）を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0118】第64の発明は、第43～第46の発明において、周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数を f_g [Hz] とした場合、 $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$) に基づいて位相補正動作を行う周波数を段階的にずらすことを特徴とする。

【0119】上記のように、第64の発明によれば、第43～第46の発明において、周波数を段階的に変化させるステップは、疑似同期が発生する周波数 f_g をステップ単位として、周波数を正負交互に順に大きくするようにずらす。これにより、疑似同期である場合であっても上記ステップ動作を繰り返すことで、最終的に正常同期を行うことができる。

【0120】

【発明の実施の形態】本発明は、時分割多重される位相変調信号のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含むBPSKを用いて、低C/N状態においても高速かつ安定なキャリア同期を可能とする変調・復調装置および方法である。以下、本発明の各実施形態について、変調装置および方法（送信系）と復調装置および方法（受信系）とを順に説明する。

【0121】（1）送信系

図1は、請求項1, 2, 4, 5に対応する、本発明の一実施形態に係る変調装置の構成を示すブロック図である。図1において、本発明の一実施形態に係る変調装置は、フレーム同期信号/TMCC信号生成部11と、TSバケット合成部12と、TMCC誤り訂正符号化部13と、第1の誤り訂正符号化部14と、第2の誤り訂正符号化部15と、第1のBPSKマッピング部16と、BPSK/QPSKマッピング部17と、8PSKマッピング部18と、多重化/直交変調部19と、同期補助信号生成部20と、第2のBPSKマッピング部21とを備える。図2は、本発明の一実施形態に係る変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。図3は、図1の多重化/直交変調部19の構成の一例を示すブロック図である。以下、本発明の一実施形態に係る変調装置が行う動作を説明する。

【0122】フレーム同期信号/TMCC信号生成部11は、入力するTMCC情報に基づいてフレーム同期信

号/TMCC信号を生成する。このフレーム同期信号/TMCC信号は、TMCC誤り訂正符号化部13において誤り訂正符号化がされた後、BPSKマッピング部16に入力される。BPSKマッピング部16は、入力するフレーム同期信号およびTMCC信号を、BPSKの符号配置にマッピングし（図79（a）を参照）、多重化/直交変調部19へ出力する。

【0123】TSバケット合成部12は、入力する複数のMPEG-TSバケット（図80（a）を参照）を合成して、低階層信号のパケット群と高階層信号のパケット群とから構成され、総バケット数が一定値となるフレーム（図80（b）を参照）を生成する。このフレームの内、低階層信号のパケット群は、第1の誤り訂正符号化部14において誤り訂正符号化がされた後、BPSK/QPSKマッピング部17に入力される。BPSK/QPSKマッピング部17は、入力する低階層信号を、BPSKの符号配置（図79（a）を参照）、もしくはQPSKの符号配置（図79（b）を参照）にマッピングし、多重化/直交変調部19へ出力する。一方、上記フレームの内、高階層信号のパケット群は、第2の誤り訂正符号化部15において誤り訂正符号化がされた後、8PSKマッピング部18に入力される。8PSKマッピング部18は、入力する高階層信号を、8PSKの符号配置にマッピングし（図79（c）を参照）、多重化/直交変調部19へ出力する。

【0124】同期補助信号生成部20は、後述する復調装置においてキャリア同期を補助するための信号（以下、キャリア同期補助信号と略す）を生成する。第2のBPSKマッピング部21は、同期補助信号生成部20が生成したキャリア同期補助信号を入力し、BPSKの符号配置にマッピングした後（図79（a）を参照）、多重化/直交変調部19へ出力する。このように、キャリア同期補助信号にBPSKのマッピングを施すのは、復調装置が時分割多重された複数の位相変調のうちBPSKの部分によって搬送波再生ができるようにするためである。

【0125】そして、多重化/直交変調部19は、各マッピング部から入力した各信号を、図2に示す並びで時分割多重して通信フレームを生成した後、直交変調を行い出力する。ここで、図2でわかるように、多重化/直交変調部19は、BPSKが施されたフレーム同期信号およびTMCC信号、8PSKが施された高階層信号のパケット群、およびBPSKまたはQPSKが施された低階層信号のパケット群を単位として時分割多重を行うとともに、BPSK変調されたキャリア同期補助信号が、変調方式が切り替わる最小単位であるパケット内に分散するように時分割多重（挿入）を行って、通信フレームを生成する。

【0126】この時分割多重は、例えば、図3に示すような回路を用いて、1フレームのシンボル数をカウント

10

20

30

40

50

するフレームカウンタの出力信号から各信号の挿入タイミングを制御するゲート信号を生成し、各々のスイッチを切り換えることで行えばよい。なお、後述する復調装置において説明するが、キャリア同期補助信号は、遅延検波が可能となるように2シンボル以上連続して挿入する。また、復調特性を向上させるために、キャリア同期補助信号の挿入周期をできるだけ短く、具体的には200シンボル程度、若しくはそれ以下にするのが好ましい。

【0127】以上のように、本発明の一実施形態に係る変調装置によれば、復調装置においてキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強いBPSKにより変調し、パケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもパケット内に分散させたBPSKのキャリア同期補助信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0128】(2) 受信系

次に、上述した本発明の一実施形態に係る変調装置において生成された通信フレームを復調する復調装置および方法、以下順に説明する。なお、以下の説明において、第1の実施形態が基本となる復調装置であり、第2～第8の実施形態は、第1の実施形態に対しさらに擬似同期を回避した復調装置、第9～第14の実施形態は、第1の実施形態に対しさらに位相雑音を低減した復調装置である。

【0129】(第1の実施形態)

図4は、請求項7、8、36、39に対応する、本発明の第1の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図4において、第1の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。また、周波数補正部32は、周波数誤差検出部321と、周波数誤差保持部322と、数値制御発振部323と、複素乗算部324とを備える。位相補正部34は、位相誤差検出部341と、位相誤差保持部342と、数値制御発振部343と、複素乗算部344とを備える。なお、図4において、太線かつ“/2”で示している信号線は、複素表現される信号の信号線を示している(以下、各図面において同様とする)。

【0130】まず、第1の実施形態に係る復調装置の概略を説明する。直交検波部31は、入力する通信フレーム内の各PSK変調信号を固定周波数の局部発振信号を用いて直交検波により復調し、同相成分(I)、直交成分(Q)の等化低域信号を出力する。周波数補正部32は、直交検波部31が出力する信号を入力し、衛星アンテナにおける周波数変換器(図示せず)等の周波数ずれ

に起因する周波数ずれを、タイミング生成部36から受けるタイミング信号に基づいて補正する。

【0131】この周波数補正部32の各構成について簡単に説明する。周波数誤差検出部321は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を入力し、遅延検波を行って周波数誤差を検出する。周波数誤差保持部322は、タイミング生成部36からの出力信号に従って、周波数誤差検出部321が検出した周波数誤差のうちBPSK期間における周波数誤差の平均化を行う。数値制御発振部323は、周波数誤差保持部322が出力する平均化信号に対し、数値演算を行い発振信号を出力する。複素乗算部324は、直交検波部31が出力する信号と数値制御発振部323が出力する信号とを複素乗算して周波数誤差を打ち消す。

【0132】帯域制限フィルタ33は、周波数補正部32が出力する信号を入力し、各PSK信号のスペクトル整形を行う。フレーム同期検出部35は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を入力し、遅延検波によってBPSK変調されたフレーム同期信号、すなわち通信フレームの先頭を検出する。タイミング生成部36は、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭の情報に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、その期間に応じたタイミング信号(ゲート信号)を生成する。位相補正部34は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を入力し、その位相ずれをタイミング生成部36から受けるタイミング信号に基づいて補正する。

【0133】この位相補正部34の各構成について簡単に説明する。位相誤差検出部341は、帯域制限フィルタ33が出力する信号を複素乗算部344を介して入力し、予め定めた基準位相に対する位相差を検出する。位相誤差保持部342は、タイミング生成部36からの出力信号に従って、位相誤差検出部341が検出した位相誤差のうちBPSK期間における位相誤差の平均化を行う。数値制御発振部343は、位相誤差保持部342が出力する平均化信号に対し、数値演算を行い発振信号を出力する。複素乗算部344は、帯域制限フィルタ33が出力する信号と数値制御発振部343が出力する信号とを複素乗算して位相誤差を打ち消す。

【0134】第1の誤り訂正部37は、位相補正部34から出力される信号を入力し、変調装置において高階層パケット群および低階層パケット群に個別に誤り訂正符号化された主信号を、パケット単位で誤り訂正を施し、また時分割多重伝送のために時間軸上で並び替えたパケットの順番を元に戻す作業を行う。この出力は、ビデオデコーダ39へ出力される。第2の誤り訂正部38は、位相補正部34から出力される信号を入力し、変調装置において誤り訂正符号化されたTMCC信号の誤り訂正を施す。この出力は、TMCCデコーダ40に出力され

る。TMCCデコーダ40は、フレーム内の各階層の区切りと各階層の変調モードを表すTMCC情報を検出する。BER測定部41は、誤り訂正符号化の一種であるトレリス符号化が施されている復調した8PSK信号に対し、トレリス復号を行って得た信号に再度トレリス符号化を施して、復調した8PSK信号と比較することにより高階層信号のBERをモニタする。その結果、高階層の復号映像の品質が許容値を下回ったと判断された場合には、BER測定部41は、伝送路の品質劣化に対して高耐性の低階層の映像信号を出力するようにビデオデコーダ39を制御する。

【0135】次に、第1の実施形態に係る復調装置が行う動作を、処理の流れに沿って図5～図19をさらに参照して詳細に説明する。図5は、第1の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。図6は、フレーム同期検出部35が検出する信号およびタイミング生成部36が生成するタイミング信号を示す図である。図7～図11は、フレーム同期検出部35の各実施例の構成を示すブロック図である。図12～図16は、フレーム同期検出部35の各実施例における位相関係を示す図である。図17は、周波数補正部32のさらに詳細な構成を示すブロック図である。図18は、位相補正部34のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【0136】図5を参照して、復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部31に入力される信号に対し、まずフレーム同期検出部35においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップS101）。この検出により、図6（a）に示すように、通信フレームの先頭、すなわちフレーム同期信号/TMCC信号の先頭を検出することができる。ここで、このようなフレーム先頭の検出を実現するフレーム同期検出部35としては、具体的な構成の実施例が5つ考えられる。以下、これらの5つの実施例を順に説明する。

【0137】（フレーム同期検出部35の実施例1）図7は、請求項32に対応する、フレーム同期検出部35の実施例1の構成を示すブロック図である。図7において、実施例1は、遅延検波部351と、位相識別部352と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部352は、遅延検波部351が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。ここで、位相識別部352は、検出対象であるフレーム同期信号がBPSK変調信号であるため、図12に示すように、遅延検波部351の出力信号の位相が -90° 以上 90° 以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 90° 以上 180° 以下若しくは -180° 以上 -90° 以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。照合部353は、位相識別部35

2が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。

【0138】（フレーム同期検出部35の実施例2）上記実施例1において、遅延検波部351に入力される位相変調信号に周波数ずれが存在する場合、遅延検波部351の出力は、図14に示すように位相ずれが存在することになる（図中×印）。また、それに加え低C/N時では図15に示すようになり、上記実施例1の位相識別方法では位相誤りが発生する。そこで、実施例2は、これに対応したものである。

【0139】図8は、請求項32に対応する、フレーム同期検出部35の実施例2の構成を示すブロック図である。図8において、実施例2は、遅延検波部351と、第1～第3の位相識別部352a～352cと、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。第1～第3の位相識別部352a～352cは、遅延検波部351が出力する信号の位相をそれぞれ識別してデータを復号する。ここで、第1～第3の位相識別部352a～352cは、図13に示すように、それぞれ 180° の位相識別領域を有し、またその位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転が施されている。

【0140】例えば、第1の位相識別部352aは、図13（a）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が -90° 以上 90° 以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 90° 以上 180° 以下若しくは -180° 以上 -90° 以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。また、第2の位相識別部352bは、図13（b）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が $(-90^\circ + \alpha)$ 度以上 $(90^\circ + \alpha)$ 度以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 $(90^\circ + \alpha)$ 度以上 180° 以下若しくは -180° 以上 $(-90^\circ + \alpha)$ 度以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。また、第3の位相識別部352cは、図13（c）に示すように遅延検波部351の出力信号の位相が $(-90^\circ - \alpha)$ 度以上 $(90^\circ - \alpha)$ 度以下（A領域）にある場合は「0」を出力し、 $(90^\circ - \alpha)$ 度以上 180° 以下若しくは -180° 以上 $(-90^\circ - \alpha)$ 度以下（B領域）にある場合は「1」を出力するように動作する。照合部353は、第1～第3の位相識別部352a～352cが出力する各信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合をそれぞれ行い、フレーム同期信号と一致したいずれか一つの信号に関してフレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。

【0141】（フレーム同期検出部35の実施例3）

上記実施例2においては、位相識別部における座標軸に位相回転を施す、つまり位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転を施して位相識別を行った。しかし、位相識別部は位相回転を施さず、遅延検波部351の出力に位相回転を施して位相識別する方法も考えられる。そこで、実施例3は、これに対応したものである。

【0142】図9は、請求項33に対応する、フレーム同期検出部35の実施例3の構成を示すブロック図である。図9において、実施例3は、遅延検波部351と、第1～第3の位相回転部354a～354cと、3つの位相識別部352と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。第1～第3の位相回転部354a～354cは、遅延検波部351が出力する信号を入力し、それぞれ異なる位相回転を施して出力する。3つの位相識別部352は、第1～第3の位相回転部354a～354cが出力する信号をそれぞれ入力し、同じ位相識別領域の基準位相によって識別しデータを復号する。照合部353は、3つの位相識別部352が出力する各信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合をそれぞれ行い、フレーム同期信号と一致したいずれか一つの信号に関してフレームの先頭位置を検出する。以上により、遅延検波部351の出力の位相識別は、等価的に図13で示すものと同等になり、上記実施例2と同様の効果が得られる。

【0143】なお、上記実施例2、3の説明では、3種類の位相回転を施した信号を照合するようにしたが、もっと多くの種類の位相回転を施した信号を用いて照合を行えば、遅延検波によるフレーム同期の精度を向上することができる。

【0144】（フレーム同期検出部35の実施例4）
図10は、請求項34に対応する、フレーム同期検出部35の実施例4の構成を示すブロック図である。図10において、実施例4は、遅延検波部351と、位相識別部352と、識別位相回転部355と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相識別部352は、遅延検波部351が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。ここで、位相識別部352は、検出対象であるフレーム同期信号がBPSK変調信号であるため、180度の位相識別領域を有している（図12を参照）。照合部353は、位相識別部352が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。ここで、照合部353において参照する基準信号は、フレーム同期信号を差動復号したものになる。識別位相回転部355は、図16に示すように、位相識別部352に位相回転を施し、照合部353においてフレーム同期

検出が得られるまで、その回転位相を変化させる。

【0145】（フレーム同期検出部35の実施例5）

上記実施例4においては、位相識別部における座標軸に位相回転を施す、つまり位相識別領域にそれぞれ異なった位相回転を施して位相識別を行った。しかし、位相識別部は位相回転を施さず、遅延検波部351の出力に位相回転を施して位相識別する方法も考えられる。そこで、実施例5は、これに対応したものである。

【0146】図11は、請求項35に対応する、フレーム同期検出部35の実施例5の構成を示すブロック図である。図11において、実施例5は、遅延検波部351と、位相回転部354と、位相識別部352と、照合部353とを備える。遅延検波部351は、帯域制限フィルタ33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シンボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行う。位相回転部354は、遅延検波部351が出力する信号を入力し、位相回転を施して出力する。ここで、位相回転部354は、照合部353においてフレーム同期検出が得られるまで、その回転位相を変化させる。位相識別部352は、位相回転部354が出力する信号の位相を識別してデータを復号する。照合部353は、位相識別部352が出力する信号と予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレームの先頭位置を検出する。以上により、遅延検波部351の出力の位相識別は、等価的に図16で示すものと同等になり、上記実施例4と同様の効果が得られる。

【0147】なお、上記実施例1～実施例5のフレーム同期検出部35は、遅延検波を用いているため、周波数補正部32以降であれば、その設置位置としては、周波数補正部32の出力、帯域制限フィルタ33の出力、または位相補正部34の出力であれば、特に制限するものではない。また、後述するが、周波数補正部32においても遅延検波を用いているので、フレーム同期検出部35における遅延検波部351を周波数補正部32の遅延検波部と共用化することにより、回路規模の削減が可能になる。

【0148】再び図5を参照して、フレーム同期検出部35が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部36に入力される。タイミング生成部36は、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図6(b)に示すような当該期間に応じたBPSKタイミング信号を生成する（ステップS102）。なお、図6(c)に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じたBPSKタイミング信号であっても、本発明の有用な効果を奏することはもちろん可能である。

【0149】ここで、第1の実施形態に係る復調装置において、BPSK期間で搬送波再生するためには、BPSK変調されたキャリア同期補助信号の挿入間隔および

挿入幅（シンボル数）が重要になる。挿入間隔に関しては、その間隔が広くなるほど周波数補正部32および位相補正部34の保持状態が長くなり、少しでも周波数誤差が残留していれば、その間で変調信号の位相回転が起こるため、各BPSK期間で同期引き込み位相が180度異なったり、さらには同期不能になったりする。また、挿入シンボル数に関しては、周波数補正部32における周波数誤差検出では遅延検波を用い、1シンボル間の位相ずれを検出してそれを周波数誤差としているため、最低2シンボルは必要になる。従って、上述したように、変調装置において、キャリア同期補助信号は、2シンボル以上連続して挿入し、挿入間隔は200シンボル程度、若しくはそれ以下にするのが好ましいのである。

【0150】そして、タイミング生成部36は、生成したBPSKタイミング信号（図6（b）または図6（c））を、周波数補正部32の周波数誤差保持部322および位相補正部34の位相誤差保持部342へそれ＊

$$\begin{aligned} \text{遅延検波出力} &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t1)) \cdot \\ &\quad \exp(-j(2\pi/n \cdot (D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t0)) \\ &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1 - D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts)) \\ &\quad \dots (1) \end{aligned}$$

D1：n相PSK変調信号の現在のシンボルの位相状態（0～(n-1)）

D0：n相PSK変調信号の1シンボル前の位相状態（0～(n-1)）

Δf ：等価低域信号の周波数ずれ [Hz]

t1：現在の時刻 [t]

t0：1シンボル前の時刻 [t]

Ts：シンボル周期 [t]

【0153】BPSKの場合、上記式（1）により周波数ずれが無ければ遅延検波出力の位相状態は、図14中の●印に示すように $\pi \cdot n$ （ $n=0 \sim 1$ ）にある。しかし、周波数ずれ Δf があると、×印に示すように $2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts$ （ $=\theta$ ）分、位相が●印よりずれることになる。そこで、位相誤差検出部321bでは、周波数ずれが無い場合の●印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を周波数誤差として検出する。なお、直交座標系で処理しているので、位相差を検出するには本来 $\arctan(y/x)$ により算出することになるが、簡略化して周波数誤差と比例する量として、BPSKの場合、遅延検波信号のうち直交成分の誤差 Δy を周波数誤差として出力してもよい。

【0154】この位相誤差検出部321bで検出した周波数誤差は、切替部322aを介して加算器322cおよび遅延部322dからなるループフィルタに入力され、周波数誤差の平均化がなされる。ここで、周波数誤差保持部322は、1通信フレーム内のBPSK変調がされているフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のみに得られる周波数誤

＊それ出力する（図4を参照）。

【0151】次に、図17を参照して、周波数補正部32の動作を説明する。図17において、周波数補正部32は、遅延検波部321aと位相誤差検出部321bとで構成される周波数誤差検出部321と、切替部322aと定数発生部322bと加算器322cと遅延部322dとで構成される周波数誤差保持部322と、加算器323aと遅延部323bとコサイン波発生部323cとサイン波発生部323dとで構成される数値制御発振部323と、複素乗算部324とを備える。

【0152】直交検波部31が出力する信号は、複素乗算部324および帯域制限フィルタ33を介して、周波数誤差検出部321の遅延検波部321aに入力される。遅延検波部321aは、現在のn相PSK変調信号（ $n=2^1, 2^2, 2^3 \dots$ 、以下同じ）と、その1シンボル前のn相PSK変調信号の複素共役信号との複素乗算を行い、遅延検波出力を算出する。この遅延検波出力の算出式を、下記式（1）に示す。

差に関して平均化を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号を用いて切替部322aの切換えを行う。この切替部322aは、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6（b）または（c）においてHiレベル期間）に位相誤差検出部321bが出力する周波数誤差をループフィルタに入力し、それ以外の期間には、定数発生部322bが発生する「定数0」をループフィルタに入力するように切替えを行う。そして、周波数誤差保持部322の出力信号は、数値制御発振部（NCO）323を制御し、そこで得られる発振信号により、複素乗算部324で周波数誤差が打ち消される。これにより、周波数誤差が補正される（ステップS103）。

【0155】なお、上記説明では、周波数誤差検出部321の入力信号は、帯域制限フィルタ33の出力信号としていたが、周波数誤差検出部321は遅延検波を用いているため、複素乗算部324の以降の信号であれば、つまり複素乗算部324の出力信号、帯域制限フィルタ33の出力信号、または位相補正部34の出力信号であれば特に制限するものではない。

【0156】次に、図18を参照して、位相補正部34の動作を説明する。図18において、位相補正部34は、位相誤差検出部341と、切替部342aと定数発生部342bと加算器342c、342eと遅延部342dと保持部342fと増幅器342gとで構成される位相誤差保持部342と、加算器343aと遅延部343bとコサイン波発生部343cとサイン波発生部343dとで構成される数値制御発振部343と、複素乗算

部344とを備える。

【0157】位相補正部34の動作初期の時点では、帯域制限フィルタ33の出力信号は、周波数補正部32で周波数誤差は打ち消されたものの、数値制御発振部343の出力信号とは位相が異なっているため、複素乗算部344の出力は位相誤差を含んでいる。位相誤差を含んだ複素乗算部344の出力は、位相誤差検出部341に入力される。位相誤差検出部341における位相誤差検出は、図19に示すように、○印で示した受信側の基準位相に対し、位相ずれ $\Delta\phi$ がある受信信号×印との位相差を検出する。なお、直交座標系(I, Q平面)で処理しているため、位相誤差を検出するには本来 $\arctan(Q/I)$ により算出することになるが、簡略化して位相誤差と比例する量として、BPSKの場合、直交成分の誤差 ΔQ を位相誤差として出力してもよい。

【0158】位相誤差検出部341で検出した位相誤差は、切換部342aおよび保持部342fを介して加算器342c、342e、遅延部342dおよび増幅器342gからなるループフィルタに入力され、位相誤差信号の平均化がなされる。位相誤差保持部342におけるループフィルタは、増幅器342gを介して加算器342eに入る直接系と、加算器342cおよび遅延部342dを介して入る積分系からなり、直接系は位相誤差の補正のため用い、積分系は周波数補正部32で取り除けなかった小さい周波数ずれを補正するために用いる。増幅器342gは、直接系と積分系の利得配分を決定する。

【0159】ここで、位相誤差保持部342は、1通信フレーム内のBPSK変調がされているフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のみに得られる位相誤差に関して平均化を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号を用いて切替部342aの切換えおよび保持部342fの制御を行う。この切替えおよび制御は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間(図6(b)または(c)においてHiレベル期間)に、位相誤差検出部341が出力する位相誤差をループフィルタに入力するように行う。ループフィルタの積分系においては、BPSK変調信号期間は、位相誤差検出部341の出力信号を加算器342cに入力し、それ以外の期間には、定数発生部342bが発生する「定数0」を入力するように切替部342aを切替える。また、ループフィルタの直接系においては、BPSK変調信号期間は、位相誤差検出部341の出力信号を増幅器342gを介して加算器342eに出力し、それ以外の期間には、以前のBPSK変調信号期間の位相誤差検出部341の出力信号を保持して加算器342eに出力するように保持部342fを制御する。

【0160】そして、位相誤差保持部342の出力信号は、数値制御発振部(NCO)343を制御し、そこで

得られる発振信号により、複素乗算部344で位相誤差が打ち消される。これにより、位相誤差が補正される(ステップS104)。その後、定常の復調処理に移行する(ステップS105)。ここでの定常の復調処理とは、位相補正部34が位相同期した後の復調動作のことであり、雑音等の影響で周波数補正部32における周波数誤差の変動により数値制御発振手段323の発振周波数に変化して、位相補正部34における位相同期を外さないようにすることである。例えば、一度位相同期した後、何らかの原因で位相同期が外れるまでは、周波数補正部32の周波数誤差保持部322の係数更新を停止したり、ループゲインを下げる(感度を下げる)等の処理を行う。なお、図5のフローチャートにおいては、周波数補正部32の動作(ステップS103)と位相補正部34の動作(ステップS104)とをそれぞれ個別のステップで記載したが、ステップS103において位相補正部34が動作していても何ら問題はない(以下、各実施形態におけるステップS103の処理においても同様)。

【0161】以上のように、本発明の第1の実施形態に係る復調装置によれば、時分割多重される位相変調信号のうち、バケット内に分散配置されたキャリア同期補助信号を含むBPSKを用いて搬送波再生を行うことにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。また、入力周波数誤差が大きいつきでも、遅延検波によるフレーム同期検出の誤動作を無くしてキャリア同期を行うことができる。

【0162】(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。そこで、BPSK変調されたキャリア同期補助信号を用いて位相補正する場合の疑似同期について、まず説明する。

【0163】疑似同期とは、変調装置におけるキャリア同期補助信号の挿入周期が一定で(図2を参照)、位相補正部34への入力周波数誤差が、キャリア同期補助信号の挿入周期で位相が $180^\circ \times m$ (m は、0以外の任意の整数)回転する周波数であった場合、位相補正部34がキャリア同期補助信号周期で本来の位相誤差を識別できなくなり、異なった位相で同期してしまうというものである。例えば、図20に示すように、周波数ずれによってキャリア同期補助信号挿入周期(図中①→②)で位相が 180° 回転している場合(図中A)、位相補正部34における位相誤差検出では、キャリア同期補助信号挿入周期(図中①→②)での位相の変化を検出することができず、この場合、それぞれの時刻(図中①、②)で角度 β の位相誤差を検出するだけとなる(図中B)。

【0164】位相補正部34は、このように検出された位相誤差信号に基づいて位相補正を行うことにより、周波数誤差があるにもかかわらず疑似的にキャリア同期

となり、定常の復調動作に移行して安定してしまう。その疑似同期となる周波数 Δf は、下記式(2)に示すよ*

$$\Delta f = (m \times 180 \text{ 度}) / 360 \text{ 度} \times f_{\text{sym}} / S \quad \cdots (2)$$

f_{sym} : シンボル周波数(変調速度) [Hz]

S : キャリア同期補助信号挿入周期 [シンボル]

m : 任意の整数 ($\pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$)

例えば、シンボル周波数が20Mbaud、周期が207シンボルの場合、図21に示すように、各周波数で疑似同期となりうる。

【0165】以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第2の実施形態に係る復調装置について説明する。図22は、請求項9、36、40に対応する、本発明の第2の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図22において、第2の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、周波数引き込み検出部42と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図23は、第2の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0166】図22に示すように、第2の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、周波数補正部32における周波数引き込み状態を検出する周波数引き込み検出部42をさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成である。なお、第2の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図23において図5と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0167】まず、図24を参照して、周波数引き込み検出部42の動作を説明する。図24は、図22の周波数引き込み検出部42のさらに詳細な構成を示すブロック図である。図24において、周波数引き込み検出部42は、遅延検波部421aと位相誤差検出部421bとで構成される周波数誤差検出部421と、切替部422と、定数発生部423と、加算器424aと遅延部424bと切替部424cと定数発生部424dとで構成される積分部424と、タイミング発生部425と、絶対値化部427と、周波数引き込み判定部426とを備える。

【0168】帯域制限フィルタ33が出力する信号は、遅延検波部421aに入力される。遅延検波部421aは、他の遅延検波部と同様、現在の n 相PSK変調信号と、その1シンボル前の n 相PSK変調信号の複素共役信号との複素乗算を行い、遅延検波出力を算出する。この遅延検波出力の算出式は、上記式(1)に示したとお

きになる。

りである。そして、位相誤差検出部421bは、上述したように、周波数ずれが無い場合の●印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を周波数誤差として検出する(図14を参照)。

【0169】この位相誤差検出部421bで検出した周波数誤差は、切替部422を介して加算器424aに入力され、ある一定期間毎に周波数誤差の平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間における周波数補正部32での周波数引き込み検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号(図6(b)または(c))を用いて切替部422の切替えを行う。この切替部422は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間(図6(b)または(c))においてHiレベル期間に位相誤差検出部421bが出力する周波数誤差を積分部424に入力し、それ以外の期間には、定数発生部423が発生する「定数0」を積分部424に入力するように切替えを行う。タイミング発生部425は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部424cを制御する。積分部424は、タイミング発生部425が発生するタイミングパルスに従って、加算器424aの入力を遅延部424bのフィードバック出力または定数発生部424dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した周波数誤差を出力する。積分部424が出力する平均化周波数誤差は、絶対値化部427において正の値に変換された後、周波数引き込み判定部426へ出力される。周波数引き込み判定部426は、絶対値化部427が出力する正の値の平均化周波数誤差を入力し、タイミング発生部425がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化周波数誤差が予め定めたしきい値を下回るか否かによって周波数引き込みを判定する(ステップS201)。そして、この判定の結果、平均化周波数誤差が予め定めたしきい値を下回った場合、周波数引き込み判定部426は、周波数引き込みがされた、すなわち周波数補正部32が位相補正部34において疑似同期しない周波数まで周波数補正されたと判断し、位相補正部34を再動作させるように、位相補正部34をリセットする信号を出力する。

【0170】ここで、周波数引き込み判定部426におけるしきい値については、位相補正部34が疑似同期しない周波数まで周波数補正部32が周波数補正できたかどうかを判定できるように予め設定すればよい。なお、疑似同期となる周波数は、上記式(2)に示したとおりである。例えば、シンボル周波数が20Mbaud、周期が207シンボルである場合、図21に示すように疑似同期周波数があり、また、それぞれの疑似同期周波数

を中心に位相補正部34の引き込み周波数範囲が存在するため、周波数引き込み判定部426におけるしきい値*

$$\Delta f = 1/2 \times 180^\circ / 360^\circ \times f_{\text{sym}} / S \quad \cdots (3)$$

f_{sym} : シンボル周波数(変調速度) [Hz]

S : キャリア同期補助信号挿入周期 [シンボル]

【0171】次に、図25を参照して、位相補正部34Aの動作を説明する。図25は、位相補正部34Aのさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。図25に示すように、位相補正部34Aは、位相補正部34の構成に、位相誤差保持部342において切替部342hと定数発生部342iとをさらに加えた構成である。なお、図25において、図18と同一の参照番号を付してある構成部分は、同一の動作を行う構成部分であるため、その説明を省略する。

【0172】周波数引き込み判定部426が出力するリセット信号は、位相誤差保持部342の保持部342fおよび切替部342hに入力される。保持部342fは、リセット信号に基づいて、直接系における位相誤差信号を初期化する。切替部342hは、リセット信号に基づいて、加算器342cへのフィードバック信号を定数発生部342iが出力する「定数0」に切り替えることで、積分系における位相誤差信号を初期化する。これにより、位相補正部34Aにおいて、リセット動作後に位相誤差保持部342へ入力される位相誤差信号に対して、すなわち、疑似同期が発生しない周波数にまで周波数補正がなされた周波数補正部32の出力信号において、新たに位相補正が行われる(ステップS202)。その後、定常の復調処理に移行する(ステップS105)。

【0173】なお、図26に示すように、数値制御発振部343においても切替部343eと定数発生部343fとを設け、上記切替部342hおよび定数発生部342iと同様の動作を並行して行ってもよい。このように並行してリセット動作を行うことで、より確実に初期化を行うことができる。

【0174】以上のように、本発明の第2の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部42を設け、周波数補正部32において位相補正部34Aが疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0175】なお、第2の実施形態に係る復調装置において、周波数引き込み検出部42は、遅延検波を用いているため、周波数補正部32以降であれば、その設置位置としては、周波数補正部32の出力、帯域制限フィルタ33の出力、または位相補正部34Aの出力であれば、特に制限するものではない。また、周波数引き込み検出部42の周波数誤差検出部421は、周波数補正部32の周波数誤差検出部321と同様の機能を有してい

*としては、下記式(3)で表す周波数 Δf 以下に設定することが望ましい。

$$\Delta f = 1/2 \times 180^\circ / 360^\circ \times f_{\text{sym}} / S \quad \cdots (3)$$

るので、双方の周波数誤差検出部を共用化することも可能である。共用化した場合、回路規模の削減を図ることができる。

【0176】(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態に係る復調装置は、上述した第2の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第3の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0177】図27は、請求項10、36、41に対応する、本発明の第3の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図27において、第3の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図28は、第3の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0178】図27に示すように、第3の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、位相同期検出部43と誤り訂正検出部44と疑似同期判定部45とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成である。なお、第3の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第2の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図28において図5と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0179】まず、位相同期検出部43の動作を説明する。チューナ(図示せず)を介して入力される信号は、上記第1の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後(ステップS301)、位相同期検出部43へ入力される。位相同期検出部43は、入力される補正後の信号に対して、BPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみの位相同期/位相非同期の検出を行う。この位相同期検出部43としては、具体的な構成の実施例が2つ考えられる。以下、これらの2つの実施例を順に説明する。

【0180】(位相同期検出部43の実施例1)

図29は、位相同期検出部43の実施例1の構成を示すブロック図である。図29において、位相同期検出部43は、位相誤差検出部431と、絶対値化部432と、

切替部433と、定数発生部434と、加算器435aと遅延部435bと切替部435cと定数発生部435dとで構成される積分部435と、タイミング発生部436と、位相同期判定部437とを備える。

【0181】位相補正部34Aが出力する信号は、位相誤差検出部431に入力される。位相誤差検出部431は、上述したように、位相ずれが無い場合の○印を受信側の基準として、位相ずれのある場合の×印との位相差を位相誤差 $\Delta\phi$ 〔度〕として検出する（図19を参照）。位相誤差検出部431で検出した位相誤差 $\Delta\phi$ は、絶対値化部432において正の値 $|\Delta\phi|$ に変換される。そして、絶対値化部432が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ は、切替部433を介して加算器435aに入力され、ある一定期間毎に位相誤差 $|\Delta\phi|$ の平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにおいて位相同期検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6（c））を用いて切替部433の切替えを行う。この切替部433は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6（c）においてHiレベル期間）に絶対値化部432が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ を積分部435に入力し、それ以外の期間には、定数発生部434が発生する「定数0」を積分部435に入力するように切替えを行う。タイミング発生部436は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部435cを制御する。積分部435は、タイミング発生部436が発生するタイミングパルスに従って、加算器435aの入力を遅延部435bのフィードバック出力または定数発生部435dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した位相誤差 $|\Delta\phi|$ を出力する。位相同期判定部437は、積分部435が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部436がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回るか否かによって位相同期を判定する（ステップS302）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回った場合、位相同期判定部437は、位相同期がとれたと判断し、当該結果を疑似同期判定部45に対して出力する。

【0182】ここで、位相同期判定部437におけるしきい値については、復調装置の使用目的または特性等に依拠して任意に設定することができるが、例えば、全く位相同期がはずれているとき（疑似同期もしていないとき）は、図31（a）に示すように位相回転が残留し、360度全体に渡ってシンボルが同じ確率で存在することになるため、絶対値化部432において正の値（第1象限）化を行った後、その位相誤差の平均値となる45度、若しくはそれ以下に設定すればよい（図31（b））。

【0183】（位相同期検出部43の実施例2）

図30は、位相同期検出部43の実施例2の構成を示すブロック図である。図30において、位相同期検出部43は、絶対値化部432A、432Bと、比較部438と、切替部433と、定数発生部434と、加算器435aと遅延部435bと切替部435cと定数発生部435dとで構成される積分部435と、タイミング発生部436と、位相同期判定部437とを備える。

【0184】位相補正部34Aが出力する信号は、I（同相）成分信号が絶対値化部432Aへ、Q（直交）成分信号が432Bへそれぞれ入力される。絶対値化部432Aは、入力したI成分信号を正の値 $|I|$ に変換する。絶対値化部432Bは、入力したQ成分信号を正の値 $|Q|$ に変換する。比較部438は、絶対値化部432Aが変換した値 $|I|$ と絶対値化部432Bが変換した値 $|Q|$ とを入力し、双方の値を比較して $|I| > |Q|$ の場合に比較値「1」を、 $|I| \leq |Q|$ の場合に比較値「0」を出力する。比較部438が出力する比較値は、切替部433を介して加算器435aに入力され、ある一定期間毎に平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにおいて位相同期検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6（c））を用いて切替部433の切替えを行う。この切替部433は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6（c）においてHiレベル期間）に比較部438が出力する比較値を積分部435に入力し、それ以外の期間には、定数発生部434が発生する「定数0」を積分部435に入力するように切替えを行う。タイミング発生部436は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部435cを制御する。積分部435は、タイミング発生部436が発生するタイミングパルスに従って、加算器435aの入力を遅延部435bのフィードバック出力または定数発生部435dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した比較値を出力する。位相同期判定部437は、積分部435が出力する平均化比較値を入力し、タイミング発生部436がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化比較値が予め定めたしきい値を下回るか否かによって位相同期を判定する（ステップS302）。そして、この判定の結果、平均化比較値が予め定めたしきい値を下回った場合、位相同期判定部437は、位相同期がとれたと判断し、当該結果を疑似同期判定部45に対して出力する。

【0185】ここで、位相同期判定部437におけるしきい値については、復調装置の使用目的または特性等に依拠して任意に設定することができるが、例えば、全く位相同期がはずれているとき（疑似同期もしていないとき）は、図31（a）に示すように位相回転が残留し、360度全体に渡ってシンボルが同じ確率で存在することになるため、 $|I| > |Q|$ の領域に入る確率が1／

2となるので、積分部435で行った積分回数の過半数、若しくはそれ以下に設定すればよい(図31(b))。

【0186】次に、誤り訂正検出部44の動作について説明する。誤り訂正検出部44は、第2の誤り訂正部38が誤り訂正の過程で出力する誤り訂正不可を表す信号および誤り残留を表す信号を入力する。そして、誤り訂正検出部44は、TMCC信号に対して正しい誤り訂正が施されているか否かを検出し(ステップS303)、この検出の結果を疑似同期判定部45に対して出力する。

【0187】次に、図32を参照して、疑似同期判定部45の動作を説明する。位相同期検出部43の検出結果および誤り訂正検出部44の検出結果は、疑似同期判定部45に入力される。疑似同期判定部45は、まず、位相同期検出部43の判定結果から位相同期がとれたか否かを判断する。この判断で位相同期がとれている場合、疑似同期判定部45は、次にこの位相同期が正常同期か疑似同期かを誤り訂正検出部44の判定結果から判断する。このように、判断する理由は以下のようなものである。

【0188】位相同期検出部43では、位相非同期につ*

*いては確実に判断できるが、キャリア同期補助信号の期間のみで位相同期を判断しているため、位相同期がとれていてもその同期が正常同期なのか疑似同期なのかまでは判断できない。例えば、受信信号がキャリア同期補助信号の挿入間隔で位相が180度回る周波数ずれを起こしている場合、キャリア同期補助信号の期間のみの位相同期判断では、図32(a)に示すように、見かけ上同期がとれていると判断されてしまうのである(すなわち、疑似同期)。一方、疑似同期の場合、TMCC信号期間における位相補正部34Aの出力信号は、図32(b)に示すように、大きく位相が回転しているため(図中矢印)、第2の誤り訂正部38で訂正しきれないビット誤り(図中網掛け部分)が含まれていることになる。従って、第2の誤り訂正部38がTMCC信号に対して正常に誤り訂正できたかどうかを検出することで、疑似同期であることが判断できるのである。

【0189】このように、疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果によって位相の同期/非同期を判断し、誤り訂正検出部44の検出結果によって正常同期/疑似同期を判断している。この判断手法を下記表1に示す。

【表1】

位相同期検出部43の 検出結果 (キャリア同期補助信号期 間の同期)	誤り訂正検出部44の 検出結果 (TMCC信号期間の誤り 訂正の可否)	判定
同期あり	誤り訂正可	正常同期
同期あり	誤り訂正不可	疑似同期
同期なし	—	非同期

【0190】そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し(ステップS105)、疑似同期であると判断した場合は位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットする信号を出力する(ステップS304)。このリセット信号は、例えば、位相補正部34Aを動作させるのに十分なパルス信号等、任意に設定することができる。

【0191】この疑似同期判定部45が出力するリセット信号に基づいて、位相補正部34Aが行うリセット動作は、上記第2の実施形態で述べたものと同様であり、ここでの説明は省略するが、リセット動作を指示する目的がそれぞれ異なる。すなわち、上記第2の実施形態においては、周波数補正が正常に行われた後に位相補正動作を開始するための初期化動作としてのリセット動作の指示であり、本第3の実施形態においては、最終結果と

して正常同期がされていない場合に再度位相補正をやり直させるためのリセット動作の指示である。

【0192】以上のように、本発明の第3の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、TMCC信号の誤り訂正の可否の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0193】なお、位相同期検出部43において、上記実施例1を用いた場合、その中に含まれる位相誤差検出部431は位相補正部34Aに含まれる位相誤差検出部341と同様の機能を有しているので、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。

【0194】(第4の実施形態)

本発明の第4の実施形態に係る復調装置は、上述した第2および第3の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第4の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0195】図33は、請求項11、36、42に対応する、本発明の第4の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図33において、第4の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、第1の位相同期検出部43Aと、第2の位相同期検出部43Bと、疑似同期判定部45と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0196】図33に示すように、第4の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、第1の位相同期検出部43Aと第2の位相同期検出部43Bと疑似同期判定部45とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Aに代えた構成であり、また、上記第3の実施形態に係る復調装置に対して、位相同期検出部43を第1の位相同期検出部43Aに、誤り訂正検出部44を第2の位相同期検出部43Bに代えた構成となる。なお、第4の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1～第3の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第4の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第3の実施形態において図28で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0197】以下、第4の実施形態に係る復調装置が上記第3の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部*

* 分について説明する。まず、タイミング生成部36は、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、フレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間のタイミング信号(図6(b)を参照)、およびキャリア同期補助信号の期間のみのタイミング信号(図6(c)を参照)を生成する他に、フレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号(図34)を生成する。このフレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号は、第2の位相同期検出部43Bへ出力される。

【0198】第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bは、上記第3の実施形態で述べた構成(図29または図30)と同様である。第1の位相同期検出部43Aにおいては、切替部433の制御にキャリア同期補助信号の期間のみのタイミング信号が用いられ、周波数補正および位相補正後の信号に対し当該期間における位相の同期/非同期の検出が行われる(図28、ステップS302)。第2の位相同期検出部43Bにおいては、切替部433の制御にフレーム同期信号/TMCC信号の期間のみのタイミング信号が用いられ、周波数補正および位相補正後の信号に対し当該期間における位相の同期/非同期の検出が行われる(図28、ステップS303)。そして、第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bは、位相同期がとれたか否かの検出結果を疑似同期判定部45へそれぞれ出力する。

【0199】疑似同期判定部45は、第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bの検出結果に基づいて、下記表2に示す判断を行い、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し(図28、ステップS105)、疑似同期であると判断した場合は位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットする信号を出力する(図28、ステップS304)。

【表2】

第1の位相同期検出部 43Aの検出結果 (キャリア同期補助信号期 間の同期)	第2の位相同期検出部 43Bの検出結果 (TMCC信号期間の同期)	判定
同期あり	同期あり	正常同期
同期あり	同期なし	疑似同期
同期なし	—	非同期

【0200】なお、上記判断の理由は、上述した第2の誤り訂正部38における場合と同様の理由であって、すなわち、第1の位相同期検出部43Aでは、キャリア同

期補助信号の期間で位相同期を検出しているため、疑似同期時でも図35(a)に示すように見かけ上同期がとれているが、一方、第2の位相同期検出部43Bでは、

フレーム同期信号/TMCC信号の期間で位相同期を検出しているのに、疑似同期時では図35(b)に示すように大きく位相が回転し(図中矢印)、位相同期が取れていないと判断できるからである。従って、この位相非同期を検出することで、疑似同期であることが判断できるのである。

【0201】以上のように、本発明の第4の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。これにより、周波数補正部32による周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0202】なお、第1の位相同期検出部43Aおよび第2の位相同期検出部43Bにおいて、上記実施例1を用いた場合、その中に含まれる位相誤差検出部431は位相補正部34Aに含まれる位相誤差検出部341と同様の機能を有しているため、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。

【0203】(第5の実施形態)

本発明の第5の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第4の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。ただし、上記第2～第4の実施形態に係る復調装置が位相補正部を制御しているのに対し、第5の実施形態に係る復調装置は、疑似同期している周波数がわかっている(上述したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とによって一義的に決定される)ことを利用して周波数補正部を制御する。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第5の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0204】図36は、請求項12、36、38、43、64に対応する、本発明の第5の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図36において、第5の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図37は、第5の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0205】図36に示すように、第5の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、

位相同期検出部43と誤り訂正検出部44と疑似同期判定部45と周波数ステップ部46とをさらに加え、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代えた構成であり、また、上記第3の実施形態に係る復調装置に対して、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代え、位相補正部34Aを位相補正部34に戻し、さらに周波数ステップ部46を加えた構成となる。なお、第5の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第3の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図37において、図5および図28と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0206】以下、第5の実施形態に係る復調装置が上記第3の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。まず、疑似同期判定部45の動作を説明する。上述したように、疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果と誤り訂正検出部44の検出結果とに基づいて、位相同期が正常同期か疑似同期かを判断する。そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し(ステップS105)、疑似同期であると判断した場合は周波数ステップ部46に対してステップ動作を行わせる信号(信号形態としては、上述したリセット信号と同様である)を出力する(ステップS401)。

【0207】ここで、疑似同期判定部45において、ステップ動作を行わせる信号を生成する手法を図38を用いて説明する。図38は、疑似同期判定部45の構成の一例を示すブロック図である。図38において、疑似同期判定部45は、論理和(OR)回路451と、カウンタ452と、パルス出力部453とを備える。

【0208】疑似同期判定部45は、位相同期検出部43の検出結果をカウンタ452の入力端子に、誤り訂正検出部44の検出結果をOR回路451の一方の端子に入力する。カウンタ452は、位相同期検出部43の検出結果がHiである期間を計数し、OR回路451の出力がHiとなれば計数したカウント値をクリアする。パルス出力部453は、カウンタ452が出力するカウント値が予め定めた値に達したか否かを判断し、達した場合にステップ動作の指示となるパルス信号を出力する。また、このパルス信号は、OR回路451の他方の端子にフィードバック入力され、パルス信号の出力と同時にカウンタ452のカウント値をクリアする。これにより、正常同期である(すなわち、位相同期が検出されてカウンタ452が計数を開始するが、カウント値が予め定めた値に達するまでに誤り訂正が完了したことを検出した)場合は、パルス信号は出力されず、位相同期しているが疑似同期である(すなわち、位相同期が検出されてカウンタ452が計数を開始するが、誤り訂正が完了

せずカウント値が予め定めた値に達した) 場合は、パルス信号が出力される。

【0209】次に、図39～図41を用いて、周波数ステップ部46の動作を説明する。図39は、周波数ステップ部46の構成の一例を示すブロック図である。図40は、周波数ステップ部46で生成される各信号波形を示す図である。図41は、周波数ステップ部46の動作原理を示す図である。図39において、周波数ステップ部46は、排他的論理和(XOR)回路461aと遅延部461bと論理積(AND)回路461cとで構成される制御信号生成部461と、第1の定数発生部462と、第2の定数発生部463と、切替部464と、積分部465と、負符号化部466と、切替部467とを備える。

【0210】疑似同期判定部45が出力するパルス信号(図40(a))は、XOR回路461aとAND回路461cにそれぞれ入力される。XOR回路461aは、このパルス信号と遅延部461bを介してフィードバック入力される信号との排他的論理和をとり、制御信号B(図40(c))を生成して出力する。AND回路461cは、パルス信号と制御信号Bとの論理積をとり、制御信号A(図40(b))を生成して出力する。切替部464は、制御信号AがHiレベルのときに第1の定数発生部462が発生する定数Fg(数値制御発振部323の発振周波数が疑似同期周波数間隔(fg)だけ変化する数値)を、制御信号AがLoレベルのときに第2の定数発生部463が発生する「定数0」を、積分部465へ出力するように切替える。積分部465は、入力する数値の累積加算を行い出力する。切替部467は、制御信号BがHiレベルのときに積分部465が出力する信号をそのまま、制御信号BがLoレベルのときに積分部465が出力する信号を負符号化部466により負の値に変換して、出力するように切替える。よって、周波数ステップ部46は、パルス信号(図40(a))がHiレベルになるごとに、図40(d)で示す周波数信号、すなわち、+Fg、-Fg、+2Fg、-2Fg、…を順に出力する。

【0211】このような、順序(ステップ)で周波数を出力する理由を、図41を参照して説明する。なお、図41は、周波数fg=48.3kHzであって周波数96.6kHzで疑似同期している場合を示している。上記第2の実施形態において説明したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とから、疑似同期が発生する周波数の間隔fgを求めることができる。すなわち、疑似同期は、正常同期の周波数±m・fg(mは、0以外の整数)の周波数で発生しているといえる。従って、この周波数fgを元に、周波数ステップ部46で+Fg、-Fg、+2Fg、-2Fg、…を算出し、それに基づいて周波数補正部32Aをその周波数が+f g、-f g、+2f g、-2f g、…と変化するよ

うに制御して、位相補正部34において位相同期できる周波数に強制的にずらしてやることで、最終的に正常な位相同期にたどりつけるのである(図41)。

【0212】本第5の実施形態における復調装置は、この位相補正部34における位相同期の周波数を周波数補正部32Aにおいて強制的にずらしている。以下、周波数補正部32Aの動作を図36を用いて説明する。図36において、周波数補正部32Aは、周波数誤差検出部321と、周波数誤差保持部322と、加算器325と、数値制御発振部323と、複素乗算部324とを備える。

【0213】図36で示すように、周波数補正部32Aは、図17の周波数補正部32に加算器325をさらに加えた構成である。周波数誤差保持部322の出力信号および周波数ステップ部46から出力される周波数ステップ制御信号は、加算器325に入力される。加算器325は、入力される双方の信号を加算することで、数値制御発振部(NCO)323の発振周波数を強制的にずらす。以降、このずらした周波数において、再び位相補正を行う(ステップS401、S104)。

【0214】以上のように、本発明の第5の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間におけるビット誤りの有無の検出を行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34における疑似同期の回避が可能になる。

【0215】(第6の実施形態)

本発明の第6の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第5の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。ただし、上記第2～第4の実施形態に係る復調装置が位相補正部を制御しているのに対し、第6の実施形態に係る復調装置は、上記第5の実施形態と同様、疑似同期している周波数がわかっている(上述したように、シンボル周波数とキャリア同期補助信号の挿入周期とによって一義的に決定される)ことを利用して周波数補正部を制御する。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第6の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0216】図42は、請求項13、36、38、44、64に対応する、本発明の第6の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図42において、第6の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、第1の位相同期検出部43Aと、第

2の位相同期検出部43Bと、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0217】図42に示すように、第6の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、第1の位相同期検出部43Aと第2の位相同期検出部43Bと疑似同期判定部45と周波数ステップ部46とをさらに加え、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代えた構成であり、また、上記第4の実施形態に係る復調装置に対して、周波数補正部32を周波数補正部32Aに代え、位相補正部34Aを位相補正部34に戻し、さらに周波数ステップ部46を加えた構成となる。なお、第6の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第4の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第6の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第5の実施形態において図37で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0218】以下、第6の実施形態に係る復調装置が上記第4の実施形態に係る復調装置と異なる動作を行う部分について説明する。上述したように、疑似同期判定部45は、第1の位相同期検出部43Aの検出結果と第2の位相同期検出部43Bの検出結果とに基づいて、位相同期が正常同期か疑似同期かを判断する。そして、疑似同期判定部45は、上記判定を行った結果、正常同期であると判断した場合はそのまま定常の復調処理に移行し（ステップS105）、疑似同期であると判断した場合は周波数ステップ部46に対してステップ動作を行わせる信号（信号形態としては、上述したリセット信号と同様である）を出力する（ステップS401）。なお、疑似同期判定部45において、ステップ動作を行わせる信号を生成する手法および疑似同期判定部45の構成は、上記第5の実施形態において説明したのでここでの説明は省略する。

【0219】周波数ステップ部46は、上記第5の実施形態において説明したように、パルス信号（図40

（a））がHiレベルになると、図40（d）で示す周波数信号、すなわち、 $+F_g$ 、 $-F_g$ 、 $+2F_g$ 、 $-2F_g$ 、…を順に出力する。そして、周波数ステップ部46は、出力する周波数ステップ制御信号を周波数補正部32Aの加算器325に入力する。加算器325は、入力される周波数ステップ制御信号を周波数誤差保持部322の出力信号に加算することで、数値制御発振部（NCO）323の発振周波数を強制的にずらす。以降、このずらした周波数において、再び位相補正を行う（ステップS401、S104）。

【0220】以上のように、本発明の第6の実施形態に係る復調装置は、キャリア同期補助信号の期間における

位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断する。そして、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34で正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34における疑似同期の回避が可能になる。

【0221】（第7の実施形態）

10 本発明の第7の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第6の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。この第7の実施形態に係る復調装置は、上記第2の実施形態で行う位相補正部の制御と、上記第5の実施形態で行う周波数補正部の制御とを行うものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第7の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0222】図43は、請求項14、36、38、45、64に対応する、本発明の第7の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図43において、第7の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、周波数引き込み検出部42と、位相同期検出部43と、誤り訂正検出部44と、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0223】図43に示すように、第7の実施形態に係る復調装置は、上記第2の実施形態に係る復調装置と、上記第5の実施形態に係る復調装置とを合成した構成となる。従って、第7の実施形態に係る復調装置の構成は、上記第2および第5の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、同一の参照番号を付してその説明を省略する。ただし、処理ステップの順序が多少異なるので、以下、第7の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップを、図44を用いて説明する。

【0224】復調装置は、チューナ（図示せず）を介して直交検波部31に入力される信号に対し、まず、フレーム同期検出部35においてフレーム同期信号の検出を行う（ステップS101）。フレーム同期検出部35が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部36に入力される。復調装置は、タイミング生成部36において、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図6（b）に示すような当該期間に応じたBPSKタイミング信号を生成する（ステップS10

2)。なお、図6(c)に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じたBPSKタイミング信号であってもよい。このBPSKタイミング信号(図6(b))は、周波数補正部32A、位相補正部34A、周波数引き込み検出部42へ出力される。また、位相同期検出部43へは、図6(c)に示すキャリア同期補助信号の期間を与える信号が出力される。

【0225】次に、復調装置は、周波数補正部32Aにおいて、BPSKタイミング信号の期間について周波数誤差の補正を行う(ステップS103)。そして、復調装置は、周波数引き込み検出部42において、周波数補正後の信号について平均化周波数誤差を算出し、周波数引き込み状態を判定する(ステップS201)。復調装置は、このステップS201の判定において、周波数引き込みがされていないと判断した場合、上記ステップS103に戻って再び周波数誤差の補正処理を行い、一方、周波数引き込みがされていると判断した場合、位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットした後(ステップS304)、新たに位相誤差の補正処理を行う(ステップS104)。

【0226】上記一連の周波数誤差および位相誤差の補正処理が終了すると、復調装置は、疑似同期判定部45において、位相同期検出部43で検出したキャリア同期補助信号期間の位相同期状態と、誤り訂正検出部44で検出したTMCC信号の誤り訂正の可否の検出結果とに基づいて、現状が正常同期、疑似同期および非同期のいずれかであるかを判断する(ステップS302、S303)。そして、復調装置は、このステップS302、S303において、状態が非同期であると判断した場合、上記ステップS104に戻って再び位相誤差の補正処理を行い、状態が疑似同期であると判断した場合、周波数ステップ部46により周波数補正部32Aにおける発振周波数をステップさせた後(ステップS401)、上記ステップS104に戻って再び位相誤差の補正処理を行う。一方、復調装置は、上記ステップS302、S303において、状態が正常同期であると判断した場合、そのまま定常の復調処理に移行する(ステップS105)。

【0227】以上のように、本発明の第7の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部42を設け、周波数補正部32Aにおいて位相補正部34Aが疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。さらに、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間におけるビット誤りの有無の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断して、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34Aで正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34

Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0228】(第8の実施形態)

本発明の第8の実施形態に係る復調装置は、上述した第2～第7の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相補正部34での疑似同期による誤動作を回避するものである。この第8の実施形態に係る復調装置は、上記第2の実施形態で行う位相補正部の制御と、上記第6の実施形態で行う周波数補正部の制御とを行うものである。以下、上述した疑似同期による誤動作を回避する本発明の第8の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0229】図45は、請求項15、36、38、46、64に対応する、本発明の第8の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図45において、第8の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32Aと、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Aと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、周波数引き込み検出部42と、第1の位相同期検出部43Aと、第2の位相同期検出部43Bと、疑似同期判定部45と、周波数ステップ部46と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0230】図45に示すように、第8の実施形態に係る復調装置は、上記第2の実施形態に係る復調装置と、上記第6の実施形態に係る復調装置とを合成した構成となる。従って、第8の実施形態に係る復調装置の構成は、上記第2および第6の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第8の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第7の実施形態に係る復調装置と基本的に同様であり、フローチャートは省略するが、図44を参照して以下に説明する。

【0231】復調装置は、チューナ(図示せず)を介して直交検波部31に入力される信号に対し、まず、フレーム同期検出部35においてフレーム同期信号の検出を行う(ステップS101)。フレーム同期検出部35が検出したフレーム先頭信号は、タイミング生成部36に入力される。復調装置は、タイミング生成部36において、フレーム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づいて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出し、図6(b)に示すような当該期間に応じたBPSKタイミング信号を生成する(ステップS102)。なお、図6(c)に示すようなキャリア同期補助信号の期間のみに応じたBPSKタイミング信号であってもよい。このBPSKタイミング信号(図6(b))は、周波数補正部32A、位相補正部34A、周波数引き込み検出部42へ出力される。また、第1の位相同期検出部43Aへは、図6(c)に示すキャリア同期補助

信号の期間を与える信号が、第2の位相同期検出部43Bへは、図34に示すフレーム同期信号/TMCC信号の期間を与える信号が出力される。

【0232】次に、復調装置は、周波数補正部32Aにおいて、BPSKタイミング信号の期間について周波数誤差の補正を行う(ステップS103)。そして、復調装置は、周波数引き込み検出部42において、周波数補正後の信号について平均化周波数誤差を算出し、周波数引き込み状態を判定する(ステップS201)。復調装置は、このステップS201の判定において、周波数引き込みがされていないと判断した場合、上記ステップS103に戻って再び周波数誤差の補正処理を行い、一方、周波数引き込みがされていると判断した場合、位相補正部34Aに対して位相補正動作をリセットした後(ステップS304)、新たに位相誤差の補正処理を行う(ステップS104)。

【0233】上記一連の周波数誤差および位相誤差の補正処理が終了すると、復調装置は、疑似同期判定部45において、第1の位相同期検出部43Aで検出したキャリア同期補助信号期間の位相同期状態と、第2の位相同期検出部43Bで検出したTMCC信号期間の位相同期状態とに基づいて、現状が正常同期、疑似同期および非同期のいずれかであるかを判断する(ステップS302、S303)。そして、復調装置は、このステップS302、S303において、状態が非同期であると判断した場合、上記ステップS104に戻って再び位相誤差の補正処理を行い、状態が疑似同期であると判断した場合、周波数ステップ部46により周波数補正部32Aにおける発振周波数をステップさせた後(ステップS401)、上記ステップS104に戻って再び位相誤差の補正処理を行う。一方、復調装置は、上記ステップS302、S303において、状態が正常同期であると判断した場合、そのまま定常の復調処理に移行する(ステップS105)。

【0234】以上のように、本発明の第8の実施形態に係る復調装置は、周波数引き込み検出部42を設け、周波数補正部32Aにおいて位相補正部34Aが疑似同期しない周波数まで周波数補正が行われてから、位相補正部34Aをリセットして再動作させる。さらに、キャリア同期補助信号の期間における位相同期の検出と、フレーム同期信号/TMCC信号の期間における位相同期の検出とを行い、当該検出結果から正常同期であるか否かを判断して、疑似同期の場合には、周波数補正部32Aの周波数を制御して位相補正部34Aで正常同期できるようにする。これにより、周波数補正部32Aによる周波数引き込み過程等において、位相補正部34Aにおける疑似同期の回避が可能になる。

【0235】(第9の実施形態)

本発明の第9の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する

位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。そこで、BPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号およびキャリア同期補助信号を用いて位相補正する場合における復調信号の位相ジッタについて、まず説明する。

【0236】復調装置に入力される通信フレーム、すなわち位相変調信号は、主に衛星放送アンテナおよびチューナーの周波数変換に用いる局部発振周波信号の位相雑音に起因して、図46に示すように位相が微妙に変動している。この位相の変動を位相ジッタという。ところで、変調装置から送信されてくる通信フレームは、図2に示したように、BPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号およびキャリア同期補助信号が分散して存在する。従って、復調装置においてこの信号の期間でキャリア同期を行うために、上記第1の実施形態で説明したように周波数補正部32および位相補正部34を、フレーム同期信号/TMCC信号期間、およびキャリア同期補助信号期間だけで動作させている。これにより、上記位相ジッタは、位相補正部34が動作する期間は補正されるが、それ以外の期間では補正されない。つまり、フレーム同期信号/TMCC信号期間、およびキャリア同期補助信号期間以外のBPSK、QPSKおよび8PSKで変調される主信号(高階層信号および低階層信号)の期間では、位相ジッタが補正されずに復調信号に位相ジッタが残留する。

【0237】このため、例えば、8PSK変調信号においては、図47に示すようにC/Nが低い(図中、網掛け円の部分が対応し、円が小さいとC/Nが高く大きいとC/Nが低いことを示す)場合、位相ジッタが残留していると位相補正部34の出力信号は各符号点を識別する位相境界線(図中点線で示す)を越える、つまり、符号誤りが生じてしまうことになる。

【0238】以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上する本発明の第9の実施形態に係る復調装置について説明する。図48は、請求項16、36、47に対応する、本発明の第9の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図48において、第9の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Bと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48と、ゲート信号選択部49と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図49は、第9の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0239】図48に示すように、第9の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、フレーム同期判定部47とC/N検出部48とゲート信号選択部49とをさらに加え、位相補正部34を位相補

91

正部34Bに代えた構成である。なお、第9の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図49において図5と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0240】まず、図50を参照して、フレーム同期判定部47の動作を説明する。図50は、フレーム同期判定部47の構成を示すブロック図である。図50において、フレーム同期判定部47は、位相識別部471と、照合部472とを備える。チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第1の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップS103、S104）、位相補正部34Bから位相識別部471へ入力される。位相識別部471は、入力する信号の位相を識別する。照合部353は、位相識別部471が識別した信号について、予め定まっているフレーム同期信号との照合を行い、フレーム同期ができたか否かを検出して、その結果をゲート信号選択部49へ出力する（ステップS501）。

【0241】次に、図51を参照して、C/N検出部48の動作を説明する。図51は、C/N検出部48の構成を示すブロック図であり、位相誤差により等価的にC/Nを検出するものである。図51において、C/N検出部48は、位相誤差検出部481と、絶対値化部482と、切替部483と、定数発生部484と、加算器485aと遅延部485bと切替部485cと定数発生部485dとで構成される積分部485と、タイミング発生部486と、C/N高レベル判定部487とを備える。

【0242】チューナ（図示せず）を介して入力される信号は、上記第1の実施形態で述べたように周波数補正および位相補正がされた後（ステップS103、S104）、位相補正部34Bから位相誤差検出部481へ入力される。位相誤差検出部481は、上述したように、位相ずれが無い場合の○印を受信側の基準として、周波数ずれのある場合の×印との位相差を位相誤差 $\Delta\phi$ [度]として検出する（図19を参照）。位相誤差検出部481で検出した位相誤差 $\Delta\phi$ は、絶対値化部482において正の値 $|\Delta\phi|$ に変換される。そして、絶対値化部482が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ は、切替部483を介して加算器485aに入力され、ある一定期間毎*

$$C/N = 20 \cdot \log(A/(D/2)) \text{ [dB]} \quad \cdots (5)$$

C/N高レベルのしきい値は、8PSK期間で位相補正を行うかどうかを決定するものである。そこで、上記式(5)において、n相PSK符号間距離Dに8PSKの符号間距離を代入して求まる8.3dBが、C/N高レベルしきい値の目安となるものである。さて、図51におけるC/N検出部48は、位相誤差を絶対値化して等

92

*に位相誤差 $|\Delta\phi|$ の平均化がなされる。ここで、1通信フレーム内のBPSK変調がされているキャリア同期補助信号の期間のみにおいてC/N検出を行うため、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（図6(c)）を用いて切替部483の切替えを行う。この切替部483は、タイミング信号のBPSK変調信号の期間（図6(c)においてHiレベル期間）に絶対値化部482が出力する位相誤差 $|\Delta\phi|$ を積分部485に入力し、それ以外の期間には、定数発生部484が発生する「定数0」を積分部485に入力するように切替えを行う。タイミング発生部486は、一定周期のタイミングパルスが発生し、切替部485cを制御する。積分部485は、タイミング発生部486が発生するタイミングパルスに従って、加算器485aの入力を遅延部485bのフィードバック出力または定数発生部485dが発生する「定数0」のいずれかに切替えることで、一定期間毎の平均化した位相誤差 $|\Delta\phi|$ を出力する。C/N高レベル判定部487は、積分部485が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回るか否かによってC/Nが高いか低いかを判定する（ステップS502）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めたしきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部487は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49に対して出力する。

【0243】ここで、C/N高レベル判定部487におけるしきい値については、低C/N時に位相数の多い変調方式を位相補正に用いることにより、位相補正部34Bにおける位相誤差検出部341が誤った位相誤差情報を出力することがないように、決定しなければならない。例えば、n相PSK符号間距離Dは、n相PSK信号の振幅をAとすると、下記式(4)のように示される。

$$D = 2 \cdot A \cdot \sin(\pi/n) \quad \cdots (4)$$

この式(4)に基づくと、n相PSK符号間距離Dは、BPSK変調では $D = 2A$ と、QPSK変調では $D = \sqrt{2}A$ と、8PSK変調では $D = 2A \sin(\pi/8)$ となる。一般的に、図47に示すように、雑音の実効振幅値が符号間距離Dの1/2以下であれば、位相誤差検出部341は誤った位相誤差情報を出力しないと考えられ、このときのC/Nは、下記式(5)で表される。

価的にC/Nを求めているものであり、この8.3dBに相当するC/N高レベル判定部487におけるしきい値は、8PSKの符号点において、隣り合う位相識別境界線（図47における点線）の角度差の1/2、すなわち11.25 [度]となる。

【0244】次に、図52を参照して、ゲート信号選択

部49の動作を説明する。図52は、ゲート信号選択部49の構成を示すブロック図である。図52において、ゲート信号選択部49は、AND回路491と、定数発生部492と、切替部493とを備える。

【0245】AND回路491の一方の入力端子には、フレーム同期判定部47が出力する判定結果が、他方の入力端子には、C/N検出部48が出力する検出結果が、それぞれ入力される。切替部493は、タイミング生成部36の出力信号であるBPSK変調信号期間のタイミング信号（図6（b）または（c））と定数発生部492が発生する「定数1（Hiレベル）」とを入力し、AND回路491が指示する信号に基づいて出力を切り替える。ここで、切替部493は、フレーム同期判定部47が出力する判定結果が「同期あり」、かつ、C/N検出部48が出力する検出結果が「C/Nが高い」である場合に「定数1」、すなわち、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示するゲート信号を出力し（ステップS503）、それ以外の結果の場合にはタイミング生成部36の出力信号、すなわち、BPSK期間のみで位相補正動作の実施を指示するゲート信号（図6（b）または（c））を出力する（ステップS504）ように切り替える。このゲート信号は、位相補正部34Bの位相誤差保持部342へ出力される。

【0246】次に、位相補正部34Bの動作を説明する。この位相補正部34Bは、上記第1の実施形態に係る復調装置の位相補正部34に対し、位相誤差検出部341の構成のみが異なる。従って、以下、図53および図54を参照して、位相誤差検出部341の動作を説明する。図53は、位相誤差検出部341の構成を示すブロック図である。図53において、位相誤差検出部341は、BPSK位相誤差検出部341aと、8PSK位相誤差検出部341bと、切替部341dとを備える。図54は、BPSK位相誤差検出部341aおよび8P*

*SK位相誤差検出部341bで行う位相誤差検出を説明する図である。

【0247】位相誤差を含んだ複素乗算部344の出力は、BPSK位相誤差検出部341aおよび8PSK位相誤差検出部341bの双方に入力される。BPSK位相誤差検出部341aは、BPSK変調軸（0度、180度）に対する位相誤差を検出する（図54（a））。8PSK位相誤差検出部341bは、8PSK変調軸（0度、45度、90度、135度、180度、225度、270度、315度）に対する位相誤差を検出する（図54（b））。切替部341dは、タイミング生成部36が出力するタイミング信号を用いて、タイミング信号期間（BPSK変調の期間）は、BPSK位相誤差検出部341aが検出した位相誤差を、それ以外の期間には、8PSK位相誤差検出部341b検出した位相誤差を位相誤差保持部342へ出力するように切り替える。

【0248】なお、位相誤差保持部342以降の動作は、上記第1の実施形態において説明したのと同様であるが、切替部342aおよび保持部342fを制御する信号として、タイミング生成部36が出力するタイミング信号（ゲート信号）ではなくゲート信号選択部49が出力するゲート信号を用いる（図48を参照）。

【0249】これにより、位相補正部34Bは、タイミング信号およびゲート信号に従って、C/Nの状態に基づいた位相補正を行うことができる（ステップS505）。その内容を下記表3に示す。なお、下記表3において「BPSK同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間（上記図6（b）のタイミング信号を用いた場合）、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間（上記図6（c）のタイミング信号を用いた場合）を示している。

【表3】

位相同期 (フレーム同期判定部47の出力)	C/N状態 (C/N検出部48の出力)	位相補正の対象
なし	—	BPSK同期信号期間
あり	低	BPSK同期信号期間
	高	8PSKとみなして全主信号期間、および、BPSK同期信号期間

【0250】以上のように、本発明の第9の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの主信号期間に対して

も8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0251】なお、C/N検出部48における位相誤差検出部481は位相補正部34Bの位相誤差検出部341と同様の機能を有しているため、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合は、回路規模の削減を図ることができる。また、フレーム同期判定部47は、位相同期を判定する方法の一例であるため、フレーム同期判定部47の代わりに上記第3の実施形態で述べた位相同期検出部43を用いても同様の効果が得られる。

【0252】（第10の実施形態）

本発明の第10の実施形態に係る復調装置は、上述した第9の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第10の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0253】図55は、請求項17、36、48に対応する、本発明の第10の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図55において、第10の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48Aと、ゲート信号選択部49Aと、復調モード切替部50と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図56は、第10の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0254】図55に示すように、第10の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とC/N検出部48Aとゲート信号選択部49Aと復調モード切替部50とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第9の実施形態に係る復調装置に対して、誤り訂正検出部44および復調モード切替部50をさらに加え、C/N検出部48をC/N検出部48Aに、ゲート信号選択部49をゲート信号選択部49Aに代えた構成となる。なお、第10の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第9の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図56において図5および図49と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0255】まず、誤り訂正検出部44の動作について説明する。誤り訂正検出部44は、第2の誤り訂正部38が誤り訂正の過程で出力する誤り訂正不可を表す信号および誤り残留を表す信号を入力する。そして、誤り訂

正検出部44は、TMCC信号に対して正しい誤り訂正が施されているか否かを検出し、この検出の結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する（ステップS601）。

【0256】次に、図57を参照して、C/N検出部48Aの動作を説明する。図57は、C/N検出部48Aの構成を示すブロック図であり、位相誤差により等価的にC/Nを検出するものである。図57において、C/N検出部48Aは、位相誤差検出部481と、絶対値化部482と、切替部483と、定数発生部484と、加算器485aと遅延部485bと切替部485cと定数発生部485dとで構成される積分部485と、タイミング発生部486と、C/N高レベル判定部487と、C/N低レベル判定部488を備える。

【0257】図57に示すように、C/N検出部48Aは、上記第9の実施形態のC/N検出部48の構成に、C/N低レベル判定部488をさらに加えた構成である。C/N高レベル判定部487は、積分部485が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めた第1のしきい値を下回るか否かによってC/Nが高いかを判定する（ステップS502）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めた第1のしきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部487は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。一方、C/N低レベル判定部488は、積分部485が出力する平均化位相誤差を入力し、タイミング発生部486がタイミングパルスが発生したとき、当該平均化位相誤差が予め定めた第2のしきい値を上回るか否かによってC/Nが低いかを判定する（ステップS602）。そして、この判定の結果、平均化位相誤差が予め定めた第2のしきい値を上回った場合、C/N高レベル判定部488は、C/Nが低いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。

【0258】ここで、例えば、C/N高レベル判定部487における第1のしきい値については、上述したように11、25[度]を目安に決定すればよい。また、C/N低レベルのしきい値は、BPSK期間のみで位相補正を行うかどうかを決定するものである。そこで、上記式(5)において、 n 相PSK符号間距離 D にQPSKの符号間距離を代入して求まる3dBが、C/N低レベルしきい値の目安となるものである。この3dBに相当するC/N低レベル判定部488におけるしきい値は、QPSKの符号点において、隣り合う位相識別境界線の角度差の1/2、すなわち、22.5[度]となる。従って、この場合、C/N検出部48Aの出力は、下記表4のようになる。

【表4】

位相誤差	C/N高レベル判定出力	C/N低レベル判定出力	C/N判定
11. 25deg以下	Hi	Lo	高
11. 25deg~ 22. 5deg	Lo	Lo	中
22. 5deg以上	Lo	Hi	低

【0259】次に、図58を参照して、ゲート信号選択部49Aの動作を説明する。図58は、ゲート信号選択部49Aの構成を示すブロック図である。図58において、ゲート信号選択部49Aは、AND回路491、495と、定数発生部492と、切替部493、494と、OR回路496、497とを備える。

【0260】切替部493は、OR回路497を介してTMCCデコーダ40から入力される主信号のBPSK変調期間およびQPSK変調期間の双方の期間を与えるタイミング信号と、定数発生部492が発生する「定数1」とを入力し、C/N高レベル判定部487が出力する判定結果に基づいて出力を切り替える。切替部494は、TMCCデコーダ40から入力される主信号のBPSK変調期間のタイミング信号と切替部493が出力する信号とを入力し、C/N低レベル判定部488が出力する判定結果に基づいて出力を切り替える。ここで、切替部493および494は、C/N判定が「高」である場合は「定数1」すなわち、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示するゲート信号を（ステップS503）、C/N判定が「中」である場合は主信号のQPSKおよびBPSK変調期間のタイミング信号を（ステップS603）、C/N判定が「低」である場合は主信号のBPSK変調期間のタイミング信号（ステップS504）を出力するように切り替える。一方、AND回路491には、フレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果とが、それぞれ入力される。このAND回路491の出力は、上記切替部494が出力する信号とともにAND回路495に入力される。また、OR回路496は、AND回路495の出力とタイミング生成部36が出力するBPSKタイミング信号とを入力する。従って、AND回路491、495およびOR回路496によって、位相同期がとれて、かつ、TMCCが正しく訂正された場合だけ、切替部494の出力信号がゲート信号として出力され、それ以外の場合には、今までどおりBPSKタイミング信号（図6（b）または（c））がゲート信号として出力される。このゲート信号は、位相補正部34Cの位相誤差保持部342へ出力される。

【0261】次に、図59を参照して、復調モード切替

部50の動作を説明する。図59は、復調モード切替部50が入力する各タイミング信号と出力する復調モード信号とを示す図である。復調モード切替部50は、タイミング生成部36からフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号（図59（a））と、TMCCデコーダ40から主信号QPSKタイミング信号（図59（b））、主信号BPSKタイミング信号（図59（c））とを入力する。復調モード切替部50は、これらの各タイミング信号に基づいて、BPSK変調信号の期間を示す第1の復調モード信号（図59（d））と、QPSK変調信号の期間を示す第2の復調モード信号（図59（e））とを生成し、位相誤差検出部341へ出力する。この第1および第2の復調モード信号は、位相誤差検出部341の復調モードを切り替えるのに用いられる。

【0262】次に、位相補正部34Cの動作を説明する。この位相補正部34Cは、上記第1の実施形態に係る復調装置の位相補正部34に対し、位相誤差検出部341の構成のみが異なる。従って、以下、図60および図61を参照して、位相誤差検出部341の動作を説明する。図60は、位相誤差検出部341の構成を示すブロック図である。図60において、位相誤差検出部341は、BPSK位相誤差検出部341aと、QPSK位相誤差検出部341bと、8PSK位相誤差検出部341cと、切替部341d、341eとを備える。図61は、BPSK位相誤差検出部341a、QPSK位相誤差検出部341bおよび8PSK位相誤差検出部341cで行う位相誤差検出を説明する図である。

【0263】位相誤差を含んだ複素乗算部344の出力は、BPSK位相誤差検出部341a、QPSK位相誤差検出部341bおよび8PSK位相誤差検出部341cの各々に入力される。BPSK位相誤差検出部341aは、BPSK変調軸（0度、180度）に対する位相誤差を検出する（図61（a））。QPSK位相誤差検出部341bは、QPSK変調軸（45度、135度、225度、315度）に対する位相誤差を検出する（図61（b））。8PSK位相誤差検出部341cは、8PSK変調軸（0度、45度、90度、135度、180度、225度、270度、315度）に対する位相誤

差を検出する(図61(c))。切替部341dは、復調モード切替部50が出力する第2の復調モード信号(図59(c)を参照)を用いて、Hi信号期間は、QPSK位相誤差検出部341bが検出した位相誤差を、それ以外の期間は、8PSK位相誤差検出部341c検出した位相誤差を切替部341eへ出力するように切り替える。切替部341eは、復調モード切替部50が出力する第1の復調モード信号(図59(d)を参照)を用いて、Hi信号期間は、BPSK位相誤差検出部341aが検出した位相誤差を、それ以外の期間は、切替部341dが出力する位相誤差を位相誤差保持部342へ出力するように切り替える。すなわち、BPSK>QPSK>8PSKの優先順位で、位相誤差検出部341の復調モードの切替が行われる。

【0264】なお、位相誤差保持部342以降の動作は、上記第1の実施形態において説明したのと同様である*

* したが、切替部342aおよび保持部342fを制御する信号として、タイミング生成部36が出力するタイミング信号(ゲート信号)ではなくゲート信号選択部49Aが出力するゲート信号を用いる(図55を参照)。

【0265】これにより、位相補正部34Cは、第1および第2の復調モード信号およびゲート信号に従って、C/Nの状態に基づいた位相補正を行うことができる(ステップS505)。その内容を下記表5に示す。なお、下記表5において「BPSK同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間(上記図6(b)のタイミング信号を用いた場合)、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間(上記図6(c)のタイミング信号を用いた場合)を示している。

【表5】

位相同期 (フレーム同期判定部47の出力)	誤り訂正 (誤り訂正検出部44の出力)	C/N状態 (C/N検出部48Aの出力)	位相補正の対象
なし	—	—	BPSK同期信号期間
あり	未完了	—	BPSK同期信号期間
	完了	低	BPSKの主信号期間、および、BPSK同期信号期間
		中	対応する変調方式にてBPSK, QPSKの主信号期間、および、BPSK同期信号期間
		高	対応する変調方式にて全期間

【0266】以上のように、本発明の第10の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該C/N状態および位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0267】なお、C/N検出部48Aにおける位相誤差検出部481は位相補正部34Cの位相誤差検出部341と同様の機能を有しているので、双方の位相誤差検出部を共用化することが可能である。共用化した場合

は、回路規模の削減を図ることができる。また、フレーム同期判定部47は、位相同期を判定する方法の一例であるため、フレーム同期判定部47の代わりに上記第3の実施形態で述べた位相同期検出部43を用いても同様の効果が得られる。

【0268】(第11の実施形態)

本発明の第11の実施形態に係る復調装置は、上述した第9および第10の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第11の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0269】図62は、請求項18、36、49に対応する、本発明の第11の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図62において、第11の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34

101

Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、C/N検出部48Aと、ゲート信号選択部49Bと、復調モード切替部50Aと、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。図63は、第11の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【0270】図62に示すように、第11の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とC/N検出部48Aとゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第10の実施形態に係る復調装置に対して、ゲート信号選択部49Aをゲート信号選択部49Bに、復調モード切替部50を復調モード切替部50Aに代えた構成となる。なお、第11の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第9～第10の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、図63において図5、図49および図56と同一の処理を行うステップについては、同一のステップ番号を付してその説明を省略する。

【0271】まず、図64を参照して、ゲート信号選択部49Bの動作を説明する。図64は、ゲート信号選択部49Bの構成を示すブロック図である。図64において、ゲート信号選択部49Bは、AND回路491、491a、495と、定数発生部492、492aと、切替部493、494、499と、OR回路496、497と、NOT回路498とを備える。

【0272】ゲート信号選択部49Bにおいて、OR回路496の出力までは上記第10の実施形態で説明したとおりであり、AND回路491、495およびOR回路496によって、位相同期がとれて、かつ、TMCCが正しく訂正された場合だけ、切替部494の出力信号がゲート信号として出力され、それ以外の場合には、今までどおりBPSKタイミング信号(図6(b)または(c))がゲート信号として出力される。一方、AND回路491aには、C/N高レベル判定部487が出力する判定結果とフレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果の逆論理の信号(NOT回路498により論理値が反転)が入力される。切替部499は、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号と、定数発生部492aが発生する「定数1」とを入力し、AND回路491aの出力に基づいて出力を切替える。ここで、切替部499は、位相同期がとれて、TMCCが正しく訂正されておらず、かつ、高C/N状

102

態である場合には、定数発生部492aが発生する「定数1」を、それ以外の場合には、OR回路496が出力する信号をゲート信号として出力するように切替える(ステップS701)。これにより、TMCCが正しく訂正されていないときでも、つまり、TMCCデコーダ40から生成される主信号のタイミングを表す信号が信頼できないときでも、位相同期がとれて、かつ、高C/N状態である場合には、通信フレームの全期間において位相補正動作の実施を指示する「定数1」がゲート信号として出力される(ステップS702)。なお、低C/N状態である場合には、BPSK期間の信号がゲート信号として出力される(ステップS703)。このゲート信号は、位相補正部34Cの位相誤差保持部342へ出力される。

【0273】次に、図65を参照して、復調モード切替部50Aの動作を説明する。図65は、復調モード切替部50Aの構成を示すブロック図である。図65において、復調モード切替部50Aは、AND回路501～503と、OR回路504とを備える。AND回路501は、フレーム同期判定部47が出力する判定結果と誤り訂正検出部44が出力する検出結果とを入力する。AND回路502は、主信号BPSKタイミング信号(図59(c))を参照)とAND回路501の出力とを入力する。AND回路503は、主信号QPSKタイミング信号(図59(b))を参照)とAND回路501の出力とを入力し、論理結果を第2の復調モード信号として出力する。OR回路504は、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間のタイミング信号(図59(a))を参照)とAND回路502の出力とを入力し、論理結果を第1の復調モード信号として出力する。

【0274】このように、ゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとにより、位相補正部34Cを制御して、TMCC信号が正しく訂正されて、主信号の各変調方式に対応して位相補正する前に、同期がとれて、かつ、高C/N状態である場合には、上記第9の実施形態で説明したように主信号の期間を8PSKとみなして位相補正を行う(ステップS704、S601)。その後は、上記第10の実施形態で説明したのと同様に、各変調方式に対応して位相補正を行う(ステップS502～S505、S602～S603)。その内容を下記表6に示す。なお、下記表6において「BPSK同期信号期間」とは、フレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間の双方の期間(上記図6(b)のタイミング信号を用いた場合)、またはキャリア同期補助信号期間のみの期間(上記図6(c)のタイミング信号を用いた場合)を示している。

【表6】

位相同期 (フレーム同期判 定部47の出力)	誤り訂正 (誤り訂正検出部 44の出力)	C/N状態 (C/N検出部 48Aの出力)	位相補正の対象
なし	—	—	BPSK同期信号期間
あり	未完了	低	BPSK同期信号期間
		高	8PSKとみなして全主信号期間、 および、BPSK同期信号期間
	完了	低	BPSKの主信号期間、 および、BPSK同期信号期間
		中	対応する変調方式にてBPSK、 QPSKの主信号期間、 および、BPSK同期信号期間
		高	対応する変調方式にて全期間

【0275】以上のように、本発明の第11の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をキャリア同期補助信号期間の位相誤差に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの全期間において8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0276】(第12の実施形態)

本発明の第12の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第11の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第12の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0277】図66は、請求項19、36、50に対応する、本発明の第12の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図66において、第12の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部3

6と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51と、ゲート信号選択部49と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0278】図66に示すように、第12の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、フレーム同期判定部47とBER検出部51とゲート信号選択部49とをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第9の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48をBER検出部51に代えた構成となる。なお、第12の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第9の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第12の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第9の実施形態において図49で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0279】以下、異なる構成であるBER検出部51を、図67を参照して説明する。図67は、BER検出部51の構成を示すブロック図である。図67において、BER検出部51は、誤り訂正再符号化部511と、比較部512と、C/N高レベル判定部513とを備える。

【0280】誤り訂正再符号化部511は、第2の誤り訂正部38が出力する誤り訂正がされているTMCC信号を入力する。そして、誤り訂正再符号化部511は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、入力する誤り訂正後のTMCC信号に対して再符号化を施す。比較部512は、誤り訂正再符号化

105

部511が出力する再符号化されたTMCC信号と、位相補正部34Cが出力する誤り訂正がされていない信号とを入力する。そして、比較部512は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、位相補正部34Cが出力する信号からTMCC信号の期間を抽出し、この誤り訂正がされていないTMCC信号と再符号化されたTMCC信号とを比較してビット誤り率を算出する。C/N高レベル判定部513は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めたいきい値を下回るか否かによってC/N

【0281】ここで、C/N高レベル判定部513におけるしきい値については、上記第9の実施形態で述べたように、低C/N時に位相数の多い変調方式を位相補正に用いることにより、位相補正部34Cにおける位相誤差検出部341が誤った位相誤差情報を出力することがないように、決定しなければならない。例えば、上記第9の実施形態で用いた値11.25degについてしきい値を算出してみる。上述したように、11.25degにおけるC/Nは、上記式(5)にから8.3dBとなる。一方、BPSK変調におけるC/N対ビット誤り率の関係は、一般に図68に示すような関係になることが知られているので、この図68から8.3dB時におけるビット誤り率を読みとると、 1×10^{-4} が求まる。よって、しきい値は、 1×10^{-4} を目安に設定すればよい。

【0282】以上のように、本発明の第12の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたいきい値である場合、通信フレームの主信号期間に対しても8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上することができる。

【0283】(第13の実施形態)

本発明の第13の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第12の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第13の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0284】図69は、請求項20、36、51に対応する、本発明の第13の実施形態に係る復調装置の構成

106

を示すブロック図である。図69において、第13の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51Aと、ゲート信号選択部49Aと、復調モード切替部50と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0285】図69に示すように、第13の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とBER検出部51Aとゲート信号選択部49Aと復調モード切替部50とをさらに加え、位相補正部34Cを位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第10の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48AをBER検出部51Aに代えた構成となる。なお、第13の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第10の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第13の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第10の実施形態において図56で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0286】以下、異なる構成であるBER検出部51Aを、図70を参照して説明する。図70は、BER検出部51Aの構成を示すブロック図である。図70において、BER検出部51Aは、誤り訂正再符号化部511と、比較部512と、C/N高レベル判定部513と、C/N低レベル判定部514とを備える。

【0287】誤り訂正再符号化部511は、第2の誤り訂正部38が出力する誤り訂正がされているTMCC信号を入力する。そして、誤り訂正再符号化部511は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、入力する誤り訂正後のTMCC信号に対して再符号化を施す。比較部512は、誤り訂正再符号化部511が出力する再符号化されたTMCC信号と、位相補正部34Cが出力する誤り訂正がされていない信号とを入力する。そして、比較部512は、フレーム同期信号/TMCC信号期間のタイミング信号に基づいて、位相補正部34Cが出力する信号からTMCC信号の期間を抽出し、この誤り訂正がされていないTMCC信号と再符号化されたTMCC信号とを比較してビット誤り率を算出する。C/N高レベル判定部513は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビット誤り率が予め定めたいきい値を下回るか否かによってC/Nが高いかを判定する(図56、ステップS502を参照)。一方、C/N低レベル判定部514は、比較部512が出力するビット誤り率を入力し、当該ビッ

107

ト誤り率が予め定めた第2のしきい値を上回るか否かによってC/Nが低いかを判定する(図56, ステップS602を参照)。そして、この判定の結果、ビット誤り率が予め定めた第1のしきい値を下回った場合、C/N高レベル判定部513は、C/Nが高いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力し、ビット誤り率が予め定めた第2のしきい値を上回った場合、C/N低レベル判定部514は、C/Nが低いと判断し、当該結果をゲート信号選択部49Aに対して出力する。

【0288】ここで、例えば、C/N高レベル判定部513における第1のしきい値については、上述したように 1×10^{-4} とすればよい。また、C/N低レベル判定部514における第2のしきい値については、上記第10の実施形態で用いた値2.5 [deg]における $C/N = 3 \text{ dB}$ に従って図68から読み取ると、 2.3×10^{-2} が求まる。よって、第1のしきい値は、 1×10^{-4} を、第2のしきい値は、 2.3×10^{-2} を目安に設定すればよい。

【0289】以上のように、本発明の第13の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/N状態および位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。

【0290】(第14の実施形態)

本発明の第14の実施形態に係る復調装置は、上述した第9～第13の実施形態と同様、上記第1の実施形態に係る復調装置において、位相雑音に起因する位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させるものである。以下、上述した位相ジッタの影響を軽減して受信性能を向上させる本発明の第14の実施形態に係る復調装置について説明する。

【0291】図71は、請求項21、36、52に対応する、本発明の第14の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。図71において、第14の実施形態に係る復調装置は、直交検波部31と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、位相補正部34Cと、フレーム同期検出部35と、タイミング生成部36と、誤り訂正検出部44と、フレーム同期判定部47と、BER検出部51Aと、ゲート信号選択部49Bと、復調モード切替部50Aと、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38と、ビデオデコーダ39と、

108

TMCCデコーダ40と、BER測定部41とを備える。

【0292】図71に示すように、第14の実施形態に係る復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、誤り訂正検出部44とフレーム同期判定部47とBER検出部51Aとゲート信号選択部49Bと復調モード切替部50Aとをさらに加え、位相補正部34を位相補正部34Cに代えた構成であり、また、上記第11の実施形態に係る復調装置に対して、C/N検出部48AをBER検出部51Aに代えた構成となる。なお、第14の実施形態に係る復調装置のその他の構成は、上記第1および第11の実施形態に係る復調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。また、第14の実施形態に係る復調装置が行う処理ステップは、上記第11の実施形態において図63で示した処理ステップと同様であるため、その説明を省略する。

【0293】以上のように、本発明の第14の実施形態に係る復調装置は、BPSK変調信号期間で位相同期がされているときのC/N状態をTMCC信号のビット誤り率に基づいて検出し、当該C/Nが予め定めたレベルである場合、通信フレームの全期間において8PSK変調がされているとみなして位相誤差の補正を行うと共に、位相誤差検出部341において設けた複数の位相変調方式に対応する基準位相に従って、初期の搬送波再生ではBPSK変調されるフレーム同期信号/TMCC信号期間およびキャリア同期補助信号期間を用いて位相補正を行い、位相同期後は当該期間以外の主信号の変調期間においても位相補正を行う。これにより、低C/N状態においても高速かつ安定にキャリア同期を行うことができると共に、BPSK、QPSKおよび8PSK変調がされる主信号の期間における復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上することができる。なお、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置において、定常復調に至ってからも、C/Nの状態を監視して、そのC/N検出結果により、位相補正の対象を変化させることにより、復調信号の位相ジッタの影響を軽減して、受信性能を向上できるのは言うまでもない。

【0294】なお、上記第2～第8の実施形態に係る復調装置は、それぞれ基本となる第1の実施形態に係る復調装置に対して擬似同期を回避することを目的とし、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置は、それぞれ基本となる第1の実施形態に係る復調装置に対して位相ジッタの影響を軽減することを目的として個々に記載した。しかし、上記第2～第8の実施形態に係る復調装置の構成と、上記第9～第14の実施形態に係る復調装置の構成とをそれぞれ組み合わせることにより、擬似同期の回避と位相ジッタの影響の軽減とを同時に実現することができる(請求項22～31、53～62)。

【0295】また、上記第1～第14の実施形態では、

時分割多重を行う変調方式としてBPSK、QPSK、8PSKを取り上げて説明したが、キャリア同期補助信号の変調方式を時分割多重される n 相位相変調のうち最も位相数 n の少ない位相変調とすれば、他の変調方式においても上述と同様の効果を得ることができる。

【0296】さらに、各通信フレーム内のフレーム同期信号の設置位置が、キャリア同期補助信号の挿入周期にあたる位置とある程度近い場合には、上記第9の実施形態で述べたフレーム同期判定部47（図50）の構成を、上記第3、第5および第7の実施形態における位相同期検出部43へ、上記第4、第6および第8の実施形態における第1の位相同期検出部43Aへそれぞれ用いることが可能であり、これにより回路の簡素化を図ることができる。

【0297】（3）その他の送信系および受信系
上記（1）送信系および（2）受信系の説明においては、通信フレーム内にBPSK変調のキャリア同期補助信号を分散挿入し、このキャリア同期補助信号を用いて周波数・位相補正する変調・復調装置および方法を説明した。ここで、上述したように、主信号には低階層信号、すなわち、BPSK変調されている信号が存在する（図2を参照）。従って、このBPSK変調の主信号である低階層信号をも初期の搬送波再生に用いれば、さらに高速かつ安定に同期を行うことができる。そこで、以下においては、BPSK変調されている低階層信号をも利用して搬送波再生を行える変調・復調装置および方法について説明する。

【0298】（変調装置および方法の他の実施形態）
図72は、請求項3、6に対応する、本発明の一実施形態に係る他の変調装置の構成を示すブロック図である。図72において、本発明の一実施形態に係る他の変調装置は、フレーム同期信号/TMCC信号生成部11と、TSバケット合成部12と、TMCC誤り訂正符号化部13と、第1の誤り訂正符号化部14と、第2の誤り訂正符号化部15と、第1のBPSKマッピング部16と、BPSK/QPSKマッピング部17と、8PSKマッピング部18と、多重化/直交変調部19と、同期補助信号生成部22と、差動符号化部23と、第2のBPSKマッピング部21とを備える。図73は、本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

【0299】図72に示すように、他の変調装置は、上記変調装置（図1を参照）に、差動符号化部23をさらに加え、同期補助信号生成部20を同期補助信号生成部22に代えた構成となる。なお、他の変調装置のその他の構成は、上記変調装置の構成と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0300】以下、他の変調装置が上記変調装置と異なる構成である、同期補助信号生成部22および差動符号

化部23の動作を説明する。同期補助信号生成部22は、上述したようにキャリア同期補助信号を生成する。このとき、同期補助信号生成部22は、入力するTMC C情報に基づいて、図73に示すように、キャリア同期補助信号を挿入する位置の次のバケットに施される変調方式を定義した情報を重畳する。差動符号化部23は、変調方式情報が重畳したキャリア同期補助信号を入力し、復調装置においてキャリア同期がされていない状態でも変調方式情報を復号できるように、変調方式情報に差動符号化を施す。そして、この差動符号化された変調方式情報を重畳したキャリア同期補助信号は、第2のBPSKマッピング部21に入力される。以降の動作は、上述したとおりである。

【0301】上記同期補助信号生成部22および差動符号化部23が行う動作を、具体的な値を一例に挙げて説明する。今、1バケット中に4シンボル（＝4ビット）のキャリア同期補助信号を4つ挿入する通信フレームを生成する場合を考える。このとき、同期補助信号生成部22で生成する各変調方式のキャリア同期補助信号（ $4 \times 4 = 16$ ビット）を以下のように設定する。

8PSK : 0111111111111111

QPSK : 0010101010101010

BPSK : 0101010101010101

このキャリア同期補助信号に対して、差動符号化部23でそれぞれ差動符号化を施すと、以下ようになる。

8PSK : 0101010101010101

QPSK : 0011001100110011

BPSK : 0110011001100110

この差動符号化後のキャリア同期補助信号を、後述する復調装置において復号すると、以下ようになる。

8PSK : X1111111111111111

QPSK : X0101010101010101

BPSK : X1010101010101010

このように、差動符号化後のキャリア同期補助信号は、1または0が連続することがないため、変調波にキャリアが立つことがなく、また、差動復号後2bitごとに同一パターンが7回ずつ現れるので、復調装置において多数決判決用いて信頼性を高めることができる。

【0302】以上のように、本発明の一実施形態に係る他の変調装置によれば、復調装置において次のバケットの変調方式を定義する情報を重畳したキャリア同期を補助する信号を、低C/N状態に対して強いBPSKにより変調し、バケット内に分散して挿入した通信フレームを出力する。これにより、復調装置において、低C/N状態においてもバケット内に分散させたBPSKのキャリア同期補助信号およびBPSK変調された主信号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことができる。

【0303】（復調装置および方法の他の実施形態）
次に、上述した本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成された通信フレームを復調する復調装置お

111

よび方法を、以下に説明する。図74は、請求項37、
63に対応する、本発明の一実施形態に係る他の復調装
置の構成を示すブロック図である。図74において、本
発明の一実施形態に係る他の復調装置は、直交検波部3
1と、周波数補正部32と、帯域制限フィルタ33と、
位相補正部34と、フレーム同期検出部35と、タイミ
ング生成部36Aと、キャリア同期補助信号デコーダ5
2と、第1の誤り訂正部37と、第2の誤り訂正部38
と、ビデオデコーダ39と、TMCCデコーダ40と、
BER測定部41とを備える。

【0304】図74に示すように、一実施形態に係る他
の復調装置は、上記第1の実施形態に係る復調装置に、
キャリア同期補助信号デコーダ52をさらに加え、タイ
ミング生成部36をタイミング生成部36Aに代えた構
成である。なお、一実施形態に係る他の復調装置のそ
他の構成は、上記第1の実施形態に係る復調装置の構成
と同様であり、当該構成部分については同一の参照番号
を付してその説明を省略する。

【0305】以下、一実施形態に係る他の復調装置が上
記第1の実施形態に係る復調装置と異なる構成である、
キャリア同期補助信号デコーダ52およびタイミング生
成部36Aの動作を順に説明する。

【0306】図75は、キャリア同期補助信号デコーダ
52の構成を示すブロック図である。図75において、
キャリア同期補助信号デコーダ52は、遅延検波部52
1と、位相識別部522と、BPSK同期補助信号パタ
ーン照合部523と、主信号BPSKゲート生成部52
4とを備える。遅延検波部521は、帯域制限フィルタ
33からの信号を入力し、現在の位相変調信号と1シン
ボル前の位相変調信号の複素共役信号との複素乗算を行
う。位相識別部522は、遅延検波部521が出力する
信号の位相を識別してデータを復号する。BPSK同期
補助信号パターン照合部523は、位相識別部522が
出力する信号からキャリア同期補助信号の位置を検出
し、キャリア同期補助信号に重畳されている変調方式情
報を抽出して主信号BPSKゲート生成部524へ出力
する。主信号BPSKゲート生成部524は、入力する
変調方式情報に基づいて、変調方式がBPSKである主
信号の期間を与えるタイミング信号（ゲート信号）を生
成する（図76（b））。このタイミング信号は、タイ
ミング生成部36Aへ出力される。

【0307】タイミング生成部36Aは、まず、フレー
ム同期検出部35で検出されたフレーム先頭信号に基づ
いて、1通信フレーム内のフレーム同期信号/TMCC
信号の期間およびキャリア同期補助信号の期間を検出
し、図76（a）に示すような当該期間に応じた補助信
号BPSKタイミング信号を生成する。次に、タイミン
グ生成部36Aは、生成したBPSKタイミング信号
（図76（a））と、キャリア同期補助信号デコーダ5
2が出力する主信号BPSKタイミング信号（図76

112

（b））とに基づいて、通信フレーム内のBPSK変調
がされている期間を与える全BPSKタイミング信号
（図76（c））を生成する。この全BPSKタイミン
グ信号は、周波数補正部32および位相補正部34へ出
力され、当該信号に従った補正がなされる。

【0308】以上のように、本発明の一実施形態に係る
他の復調装置によれば、時分割多重される位相変調信号
のうち、パケット内に分散配置されたキャリア同期補助
信号を含むBPSKに加え、BPSK変調がなされている
主信号をも用いて搬送波再生を行う。これにより、低
C/N状態においてもパケット内に分散させたBPSK
のキャリア同期補助信号およびBPSK変調された主信
号を用いて高速かつ安定にキャリア同期を行うことがで
きる。

【0309】なお、上記実施形態においては、キャリア
同期補助信号デコーダ52およびタイミング生成部36
Aの構成を、上記第1の実施形態に係る復調装置に用い
た場合を説明した。しかし、このキャリア同期補助信号
デコーダ52およびタイミング生成部36Aの構成は、
上記第2～第14の実施形態に係る復調装置にも用いる
ことが可能であり、用いることにより同様の効果を奏す
ることができる。ここで、第10、第11、第13およ
び第14の実施形態に係る復調装置にキャリア同期補助
信号デコーダ52およびタイミング生成部36Aの構成
を用いる場合、TMCCデコーダ40から得ていた主信
号の変調方式の情報を、キャリア同期補助信号デコーダ
52から得ることももちろん可能である。

【0310】また、上述した復調装置に関する各実施形
態において、直交検波部31における局部発振信号の周
波数を周波数補正部32の周波数誤差保持部322の出
力によって可変できるようにし、上記構成の周波数補正
部32の複素乗算部324の代わりに、直交検波部31
により周波数誤差を補正しても同様の効果が得られるの
は言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る変調装置の構成を示
すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る変調装置において生
成される通信フレームの一例を示した図である。

【図3】図1の多重化/直交変調部19の構成の一例を
示すブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る復調装置の構成
を示すブロック図である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る復調装置が行う
動作を示すフローチャートである。

【図6】フレーム同期検出部35が検出する信号および
タイミング生成部36が生成するタイミング信号を示す
図である。

【図7】フレーム同期検出部35の実施例1の構成を示
すブロック図である。

【図 8】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 2 の構成を示すブロック図である。

【図 9】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 3 の構成を示すブロック図である。

【図 10】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 4 の構成を示すブロック図である。

【図 11】フレーム同期検出部 3 5 の実施例 5 の構成を示すブロック図である。

【図 12】フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

【図 13】フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

【図 14】周波数補正における周波数ずれを説明する図である。

【図 15】フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

【図 16】フレーム同期検出における位相関係を説明する図である。

【図 17】周波数補正部 3 2 のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【図 18】位相補正部 3 4 のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【図 19】位相補正における位相ずれを説明する図である。

【図 20】位相補正部 3 4 で生じる疑似同期を説明する図である。

【図 21】位相補正部 3 4 で生じる疑似同期を説明する図である。

【図 22】本発明の第 2 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 23】本発明の第 2 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 24】周波数引き込み検出部 4 2 のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

【図 25】位相補正部 3 4 A のさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図 26】位相補正部 3 4 A のさらに詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図 27】本発明の第 3 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 28】本発明の第 3 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 29】位相同期検出部 4 3 の実施例 1 の構成を示すブロック図である。

【図 30】位相同期検出部 4 3 の実施例 2 の構成を示すブロック図である。

【図 31】位相同期検出部 4 3 の位相同期判定部 4 3 7 において設定するしきい値の一例を説明する図である。

【図 32】図 27 の疑似同期判定部 4 5 で行う疑似同期判定の動作原理を説明する図である。

【図 33】本発明の第 4 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 34】タイミング生成部 3 6 が生成する他のタイミング信号を示す図である。

【図 35】図 33 の疑似同期判定部 4 5 で行う疑似同期判定の動作原理を説明する図である。

【図 36】本発明の第 5 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 37】本発明の第 5 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 38】図 36 の疑似同期判定部 4 5 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 39】周波数ステップ部 4 6 の構成を示すブロック図である。

【図 40】周波数ステップ部 4 6 における各信号波形を示す図である。

【図 41】周波数ステップの動作原理を説明する図である。

【図 42】本発明の第 6 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 43】本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 44】本発明の第 7 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 45】本発明の第 8 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 46】位相ジッタを説明する図である。

【図 47】位相ジッタと C/N との関係を示す図である。

【図 48】本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 49】本発明の第 9 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 50】フレーム同期判定部 4 7 の構成を示すブロック図である。

【図 51】C/N 検出部 4 8 の構成を示すブロック図である。

【図 52】ゲート信号選択部 4 9 の構成を示すブロック図である。

【図 53】位相補正部 3 4 B の位相誤差検出部 3 4 1 の構成を示すブロック図である。

【図 54】位相補正部 3 4 B の位相誤差検出部 3 4 1 が行う位相誤差検出動作を説明する図である。

【図 55】本発明の第 10 の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図 56】本発明の第 10 の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図 57】C/N 検出部 4 8 A の構成を示すブロック図である。

【図 58】ゲート信号選択部 4 9 A の構成を示すブロッ

115

ク図である。

【図59】復調モード切替部50が入力する各タイミング信号と出力する復調モード信号とを示す図である。

【図60】位相補正部34Cの位相誤差検出部341の構成を示すブロック図である。

【図61】位相補正部34Cの位相誤差検出部341が行う位相誤差検出動作を説明する図である。

【図62】本発明の第11の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図63】本発明の第11の実施形態に係る復調装置が行う動作を示すフローチャートである。

【図64】ゲート信号選択部49Bの構成を示すブロック図である。

【図65】復調モード切替部50Aの構成を示すブロック図である。

【図66】本発明の第12の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図67】BER検出部51の構成を示すブロック図である。

【図68】C/Nとビット誤り率との関係を示す図である。

【図69】本発明の第13の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図70】BER検出部51Aの構成を示すブロック図である。

【図71】本発明の第14の実施形態に係る復調装置の構成を示すブロック図である。

【図72】本発明の一実施形態に係る他の変調装置の構成を示すブロック図である。

【図73】本発明の一実施形態に係る他の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

【図74】本発明の一実施形態に係る他の復調装置の構成を示すブロック図である。

【図75】キャリア同期補助信号デコーダ52の構成を示すブロック図である。

【図76】タイミング生成部36Aが生成するタイミング信号を示す図である。

【図77】従来の変調装置の構成を示すブロック図である。

【図78】従来の変調装置において生成される通信フレームの一例を示した図である。

【図79】BPSK、QPSKおよび8PSKの符号配置へのマッピングを示す図である。

【図80】従来の変調装置および方法におけるMPEGのデータ構造、およびフレーム構造を示す図である。

【図81】従来の復調装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

11, 1001…フレーム同期信号/TMCC信号生成部

116

12, 1002…TSバケット合成部

13~15, 1003~1005…誤り訂正符号化部

16, 21, 1006…BPSKマッピング部

17, 1007…BPSK/QPSKマッピング部

18, 1008…8PSKマッピング部

19, 1009…多重化/直交変調部

20, 22…同期補助信号生成部

23…差動符号化部

31, 1101…直交検波部

32, 32A…周波数補正部

33…帯域制限フィルタ

34, 34A~34C…位相補正部

35…フレーム同期検出部

36, 36A…タイミング生成部

37, 38, 1105…誤り訂正部

39, 1106…ビデオデコーダ

40, 1104…TMCCデコーダ

41, 1103…BER測定部

42…周波数引き込み検出部

43, 43A, 43B…位相同期検出部

44…誤り訂正検出部

45…擬似同期判定部

46…周波数ステップ部

47…フレーム同期判定部

48, 48A…C/N検出部

49, 49A, 49B…ゲート信号選択部

50, 50A…復調モード切替部

51, 51A…BER検出部

52…キャリア同期補助信号デコーダ

321, 421…周波数誤差検出部

321a, 351, 421a, 521…遅延検波部

321b, 341, 341a~341c, 421b, 4

31, 481…位相誤差検出部

322…周波数誤差保持部

322a, 341d, 341e, 342a, 342h,

343e, 422, 424c, 433, 435c, 46

4, 467, 483, 485c, 493, 494, 49

9…切替部

322b, 342b, 342i, 343f, 423, 4

24d, 434, 435d, 462, 463, 484,

485d, 492, 492a…定数発生部

322c, 323a, 342c, 342e, 343a,

424a, 435a, 325, 485a…加算器

322d, 323b, 342d, 343b, 424b,

435b, 461b, 485b…遅延部

323, 343…数値制御発振部

323c, 343c…コサイン波発生部

323d, 343d…サイン波発生部

324, 344…複素乗算部

342…位相誤差保持部

50

117

342f…保持部
 342g…増幅部
 352, 352a~352c, 471, 522…位相識別部
 353, 472…照合部
 354a~354c…位相回転部
 355…識別位相回転部
 424, 435, 465…積分部
 425, 486…タイミング発生部
 426…周波数引き込み判定部
 427, 432, 432A, 432B, 482…絶対値化部
 437…位相同期判定部
 438, 453, 512…比較部

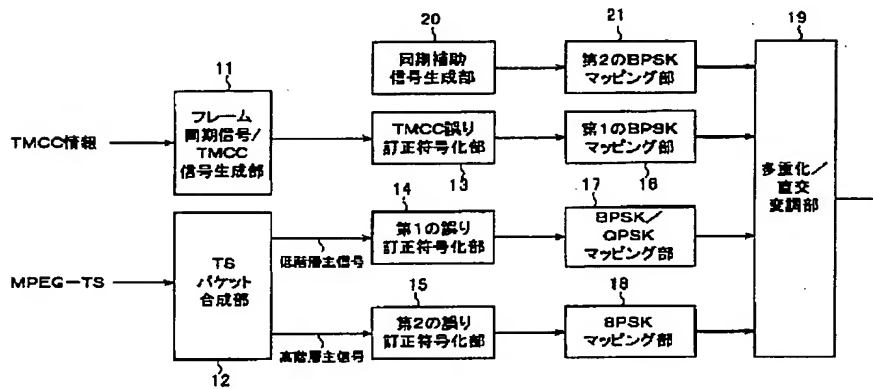
10

*

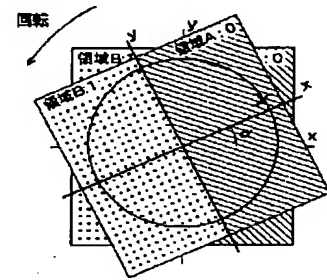
118

* 451, 496, 497, 504…OR回路
 452…カウンタ
 461…制御信号生成部
 461a…XOR回路
 461c, 491, 491a, 495, 501~503…AND回路
 466…負符号化部
 487, 488, 513, 514…C/Nレベル判定部
 498…NOT回路
 511…誤り訂正再符号化部
 523…BPSK同期補助信号パターン照合部
 524…主信号BPSKゲート生成部
 1102…PSK復調部

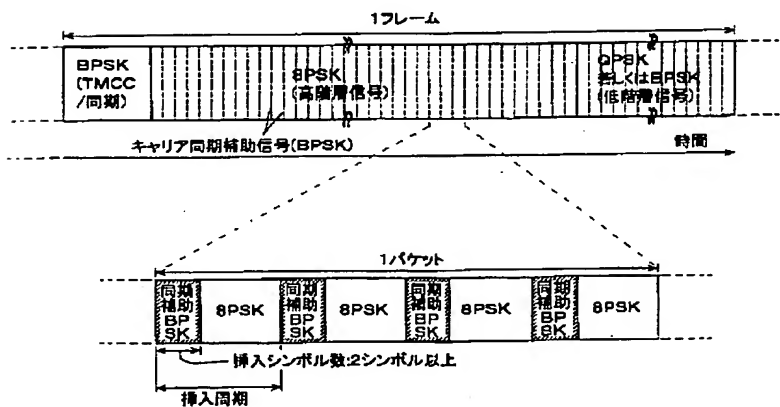
【図1】



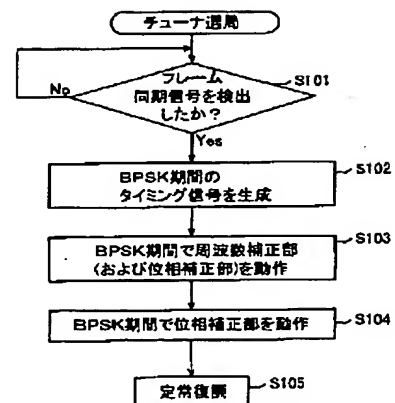
【図16】



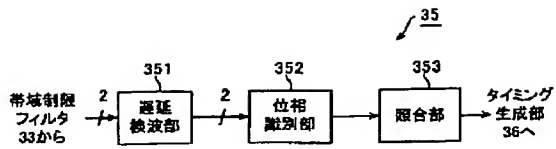
【図2】



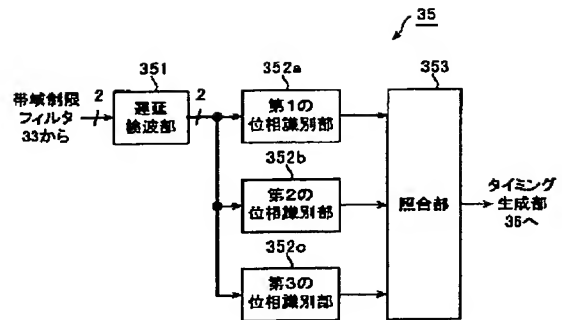
【図5】



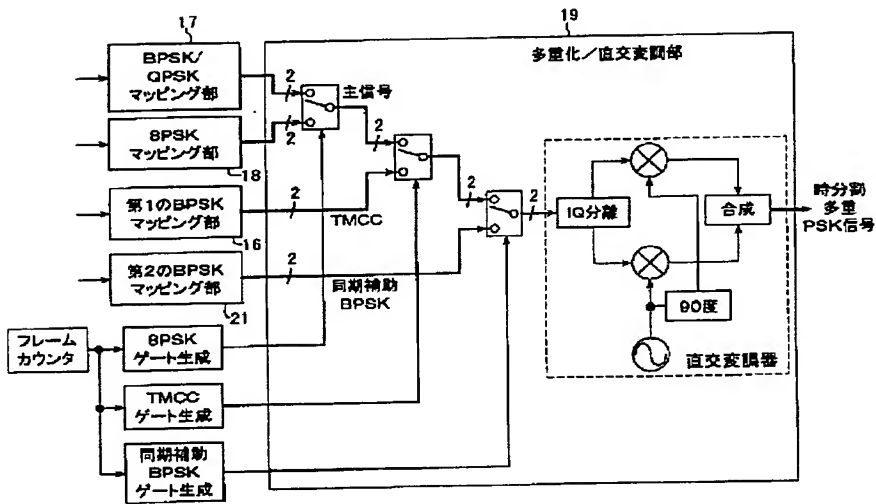
【図 7】



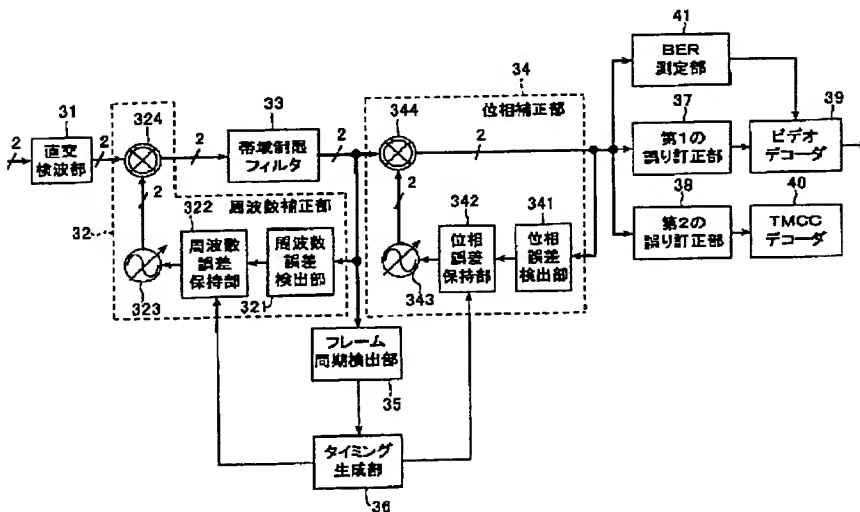
【図 8】



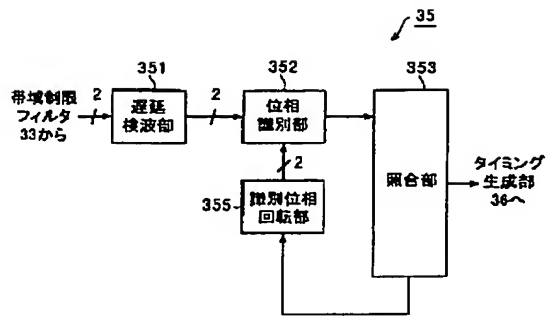
【図 3】



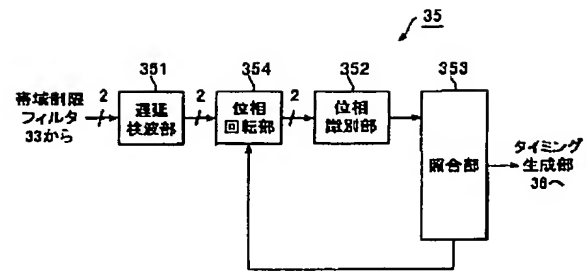
【図 4】



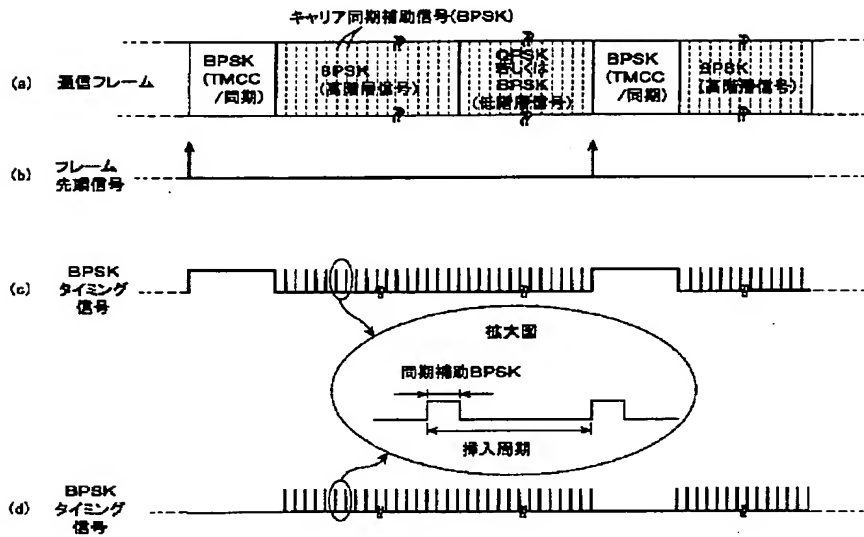
【図10】



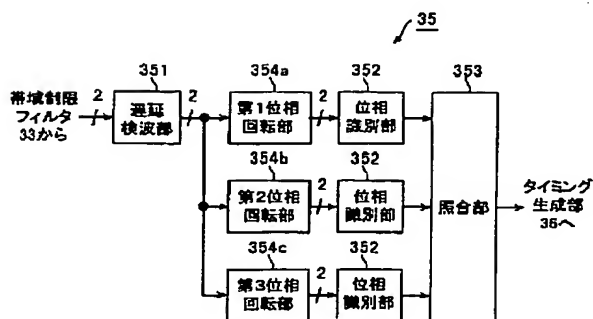
【図11】



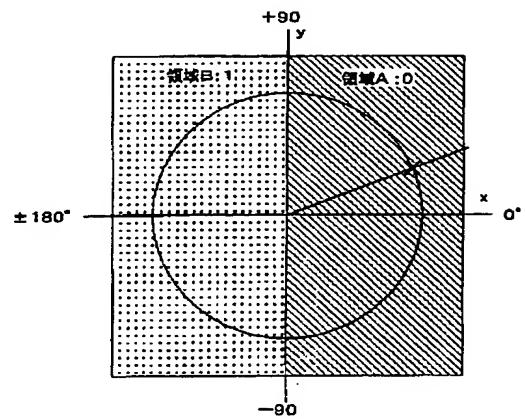
【図6】



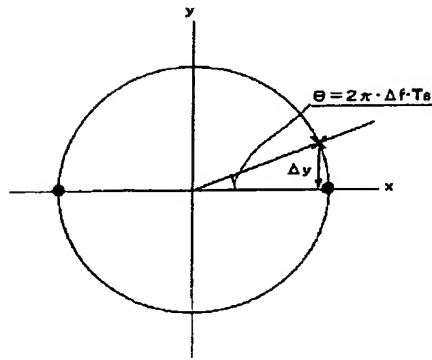
【図9】



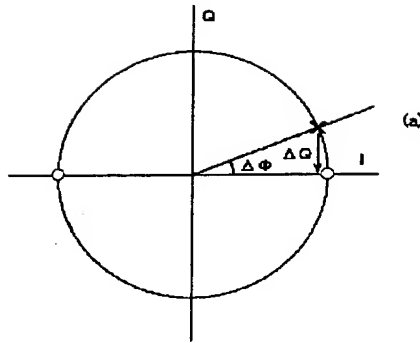
【図12】



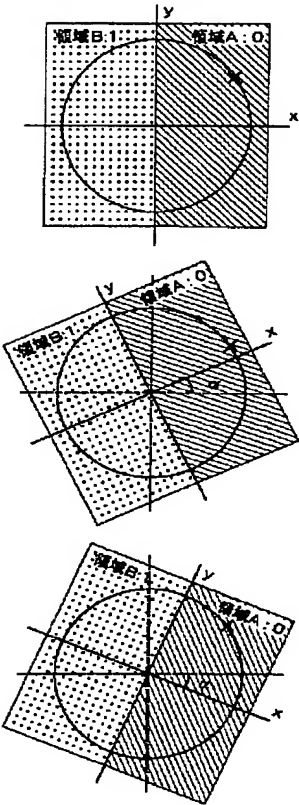
【図14】



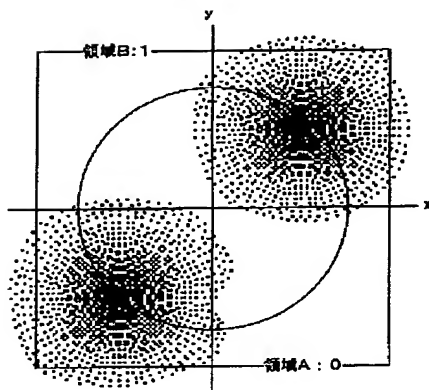
【図19】



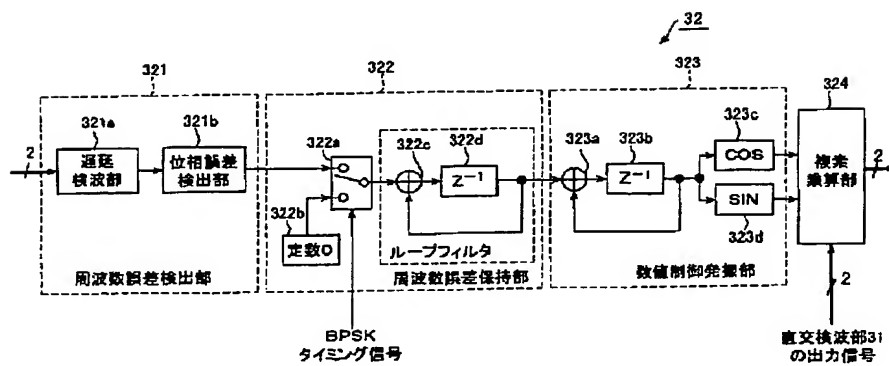
【図13】



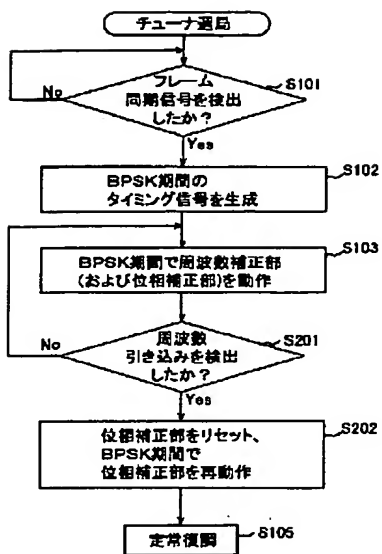
【図15】



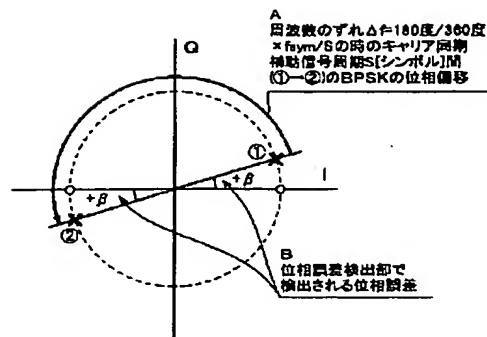
【図17】



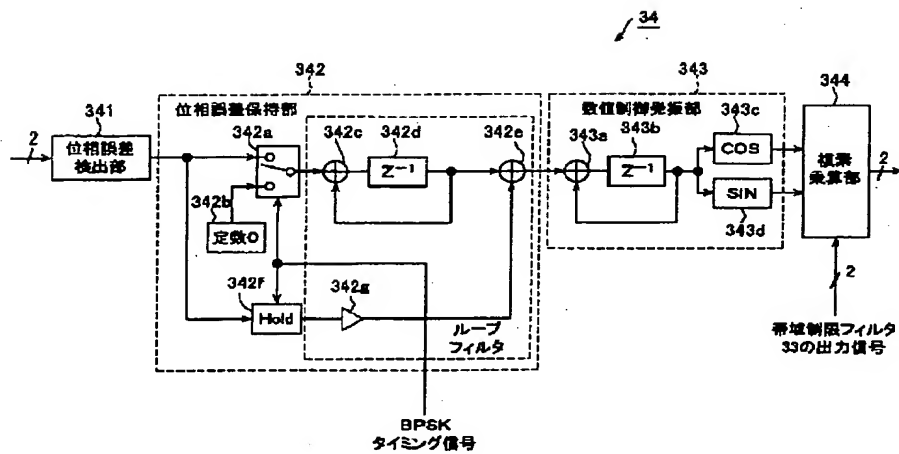
【図23】



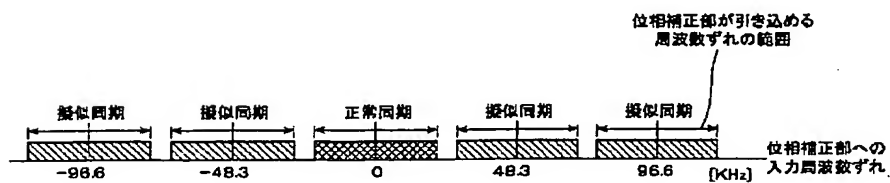
【図20】



【図18】



【図21】



送信フレーム

BPSK (TMCC / 同期)

8PSK (高効率送信)

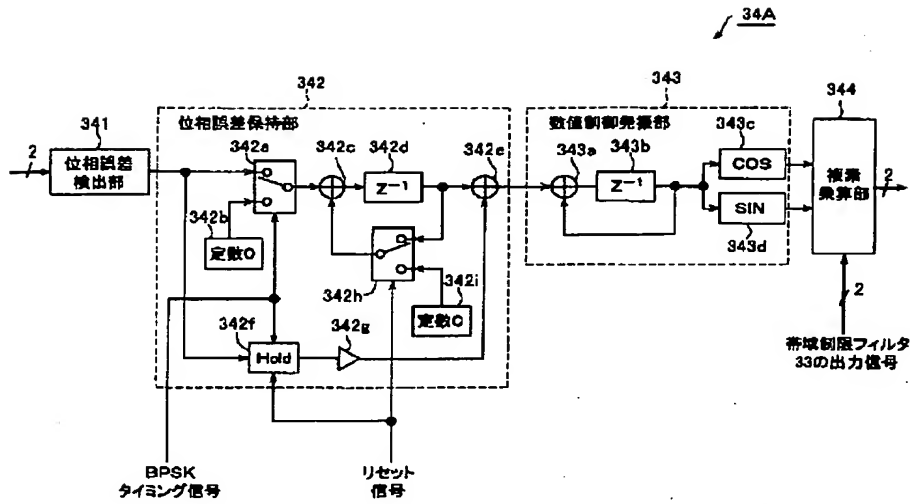
QPSK 新しくBPSK (は制御信号)

BPSK (TMCC / 同期)

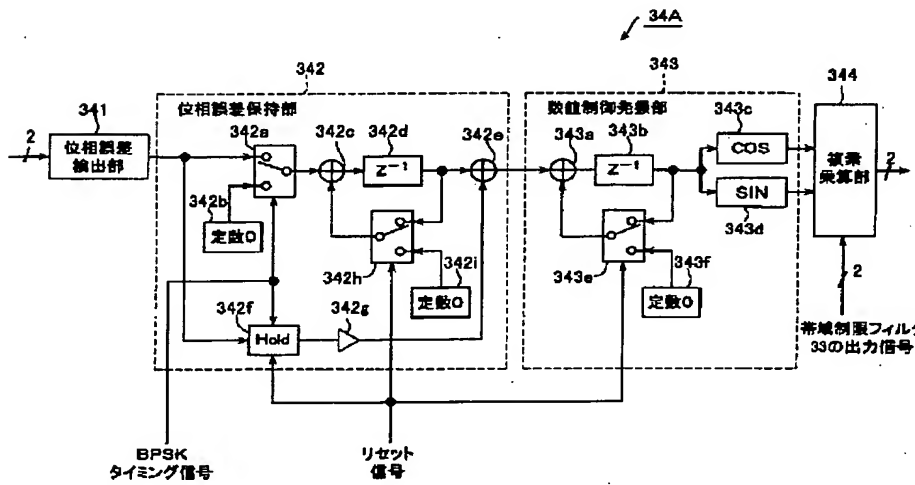
8PSK (高効率送信)

BPSK タイミング信号

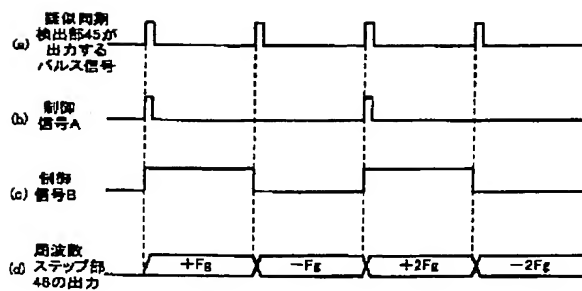
【図25】



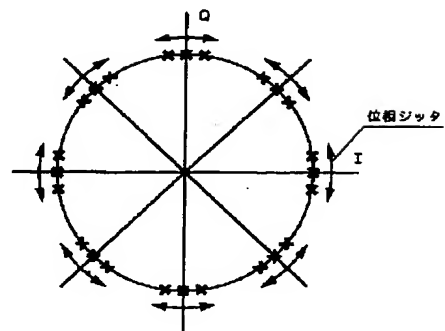
【図26】



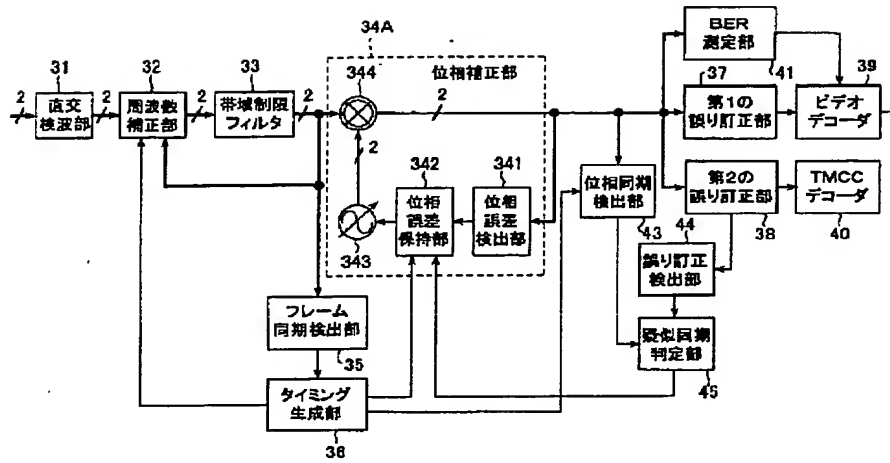
【図40】



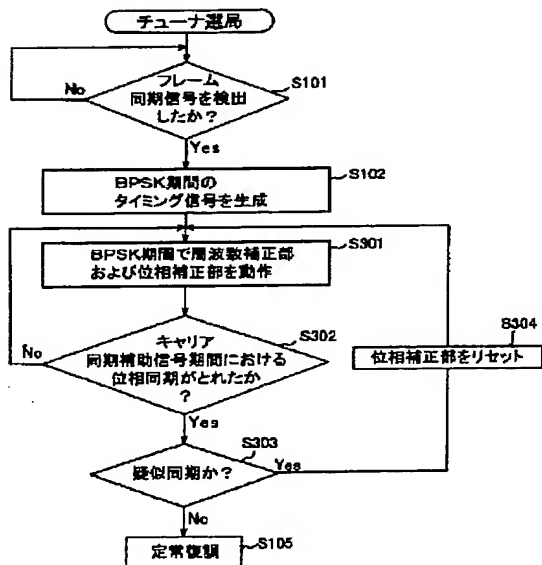
【図46】



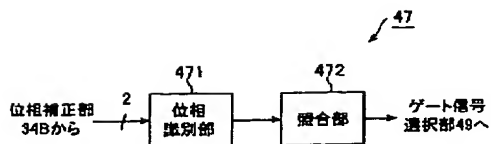
【図27】



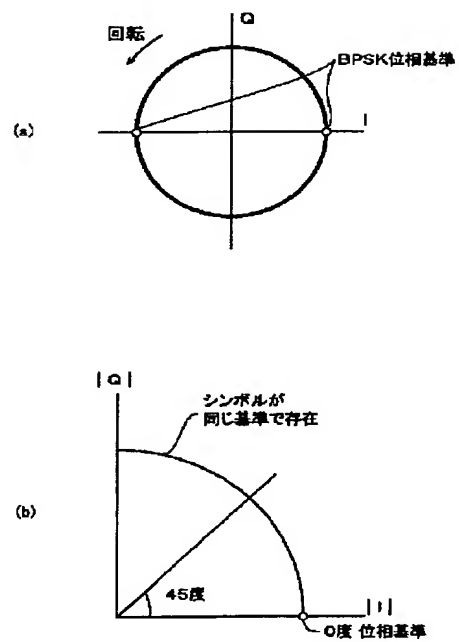
【図28】



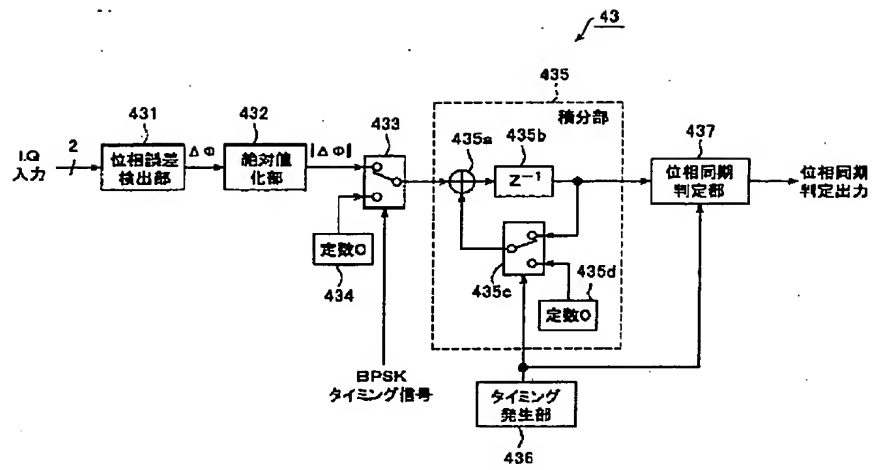
【図50】



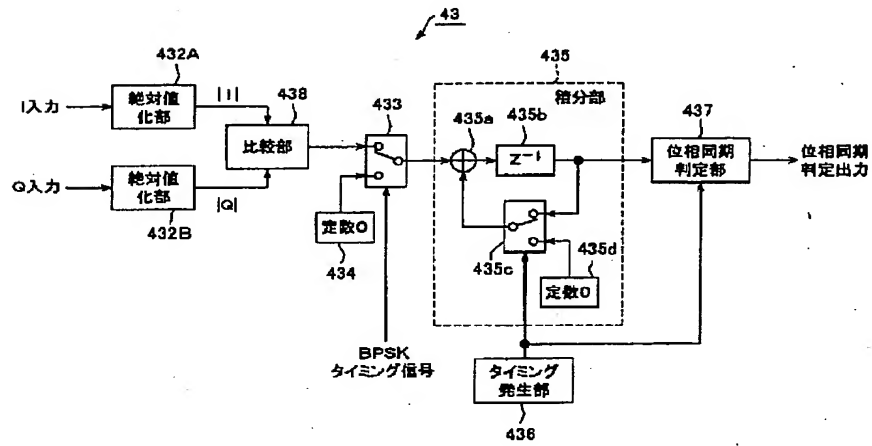
【図31】



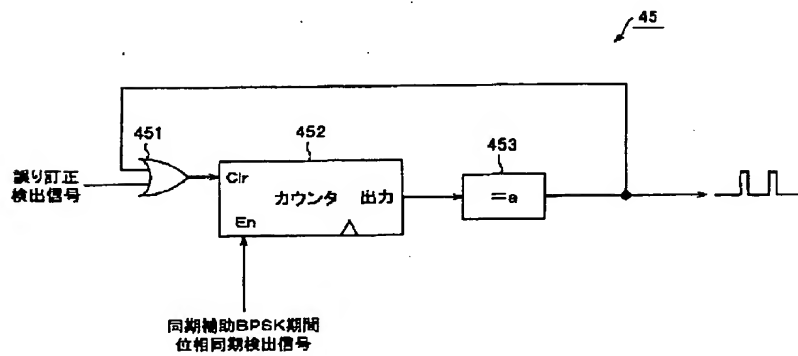
【図29】



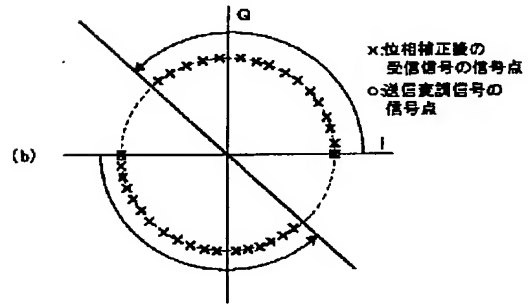
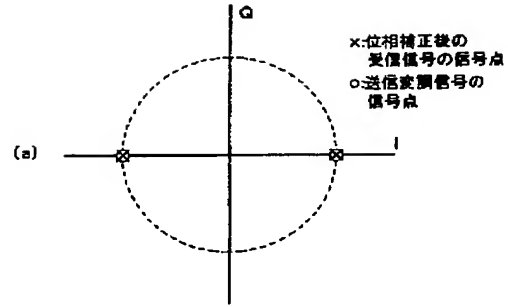
【図30】



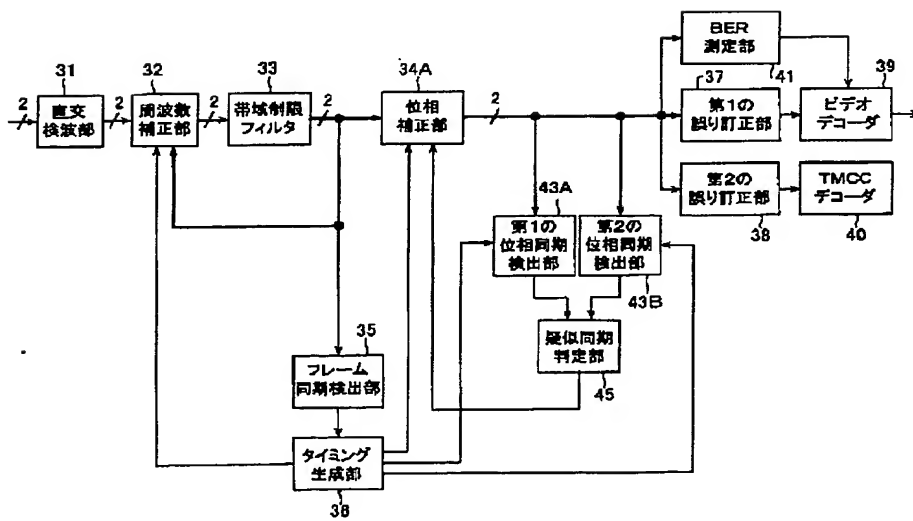
【図38】



【図 35】



【图 33】

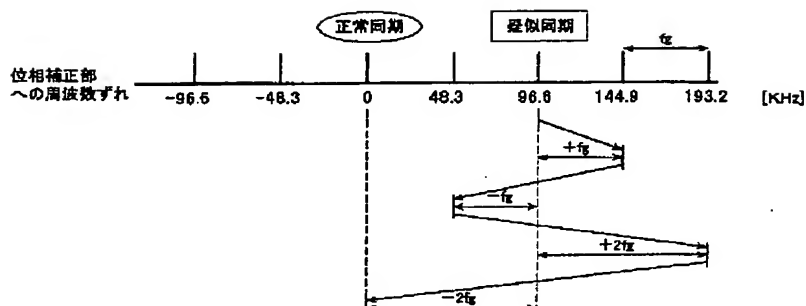


```

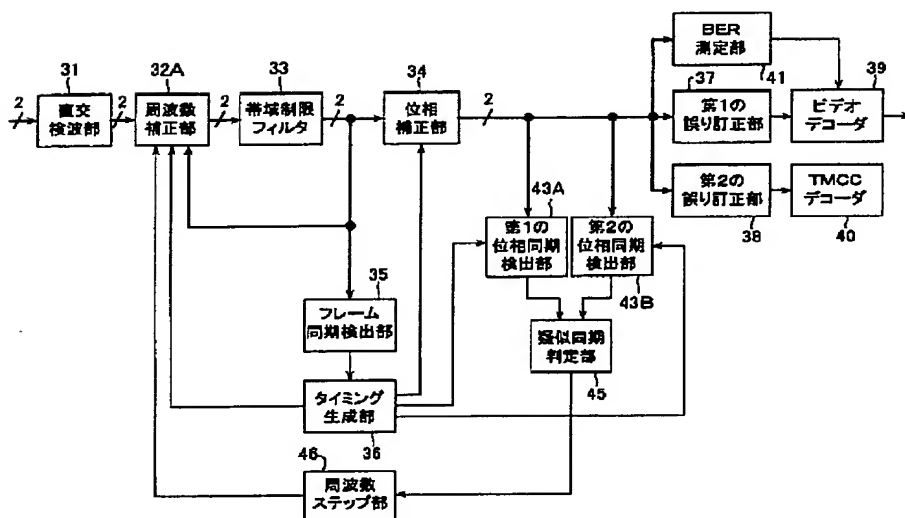
graph TD
    Start([チューナ選局]) --> S101{フレーム同期信号を検出したか?}
    S101 -- No --> Start
    S101 -- Yes --> S102[BFPSK期間のタイミング信号を生成]
    S102 --> S103[BFPSK期間で周波数補正部(および位相補正部)を動作]
    S103 --> S104[BFPSK期間で位相補正部を動作]
    S104 --> S302{キャリア同期補助信号期間における位相同期がとれたか?}
    S302 -- No --> S401[周波数ステップ]
    S401 --> S101
    S302 -- Yes --> S303{疑似同期か?}
    S303 -- Yes --> S401
    S303 -- No --> S105[定常復調]
  
```

Figure 1 is a block diagram of a signal processing circuit. The circuit includes a frequency divider (462) outputting F_x , a constant '0' (463), and a multiplexer (464) that selects between them. The output of the multiplexer goes to a division section (465). The output of the division section goes to a multiplier (468) which calculates $X(-1)$. The output of the multiplier goes to another multiplexer (467) which also receives a control signal A (466). The output of the second multiplexer is the final signal. A feedback loop is shown where the output is fed back to the multiplier (468) through a delay element (461b) and a Z^{-1} block (461a). The feedback loop is controlled by a control signal B (461c).

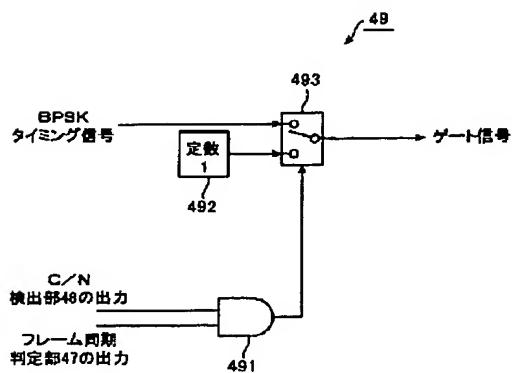
【図 4 1】



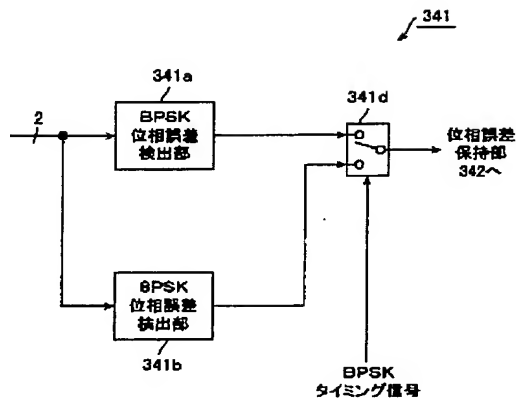
【図 4 2】



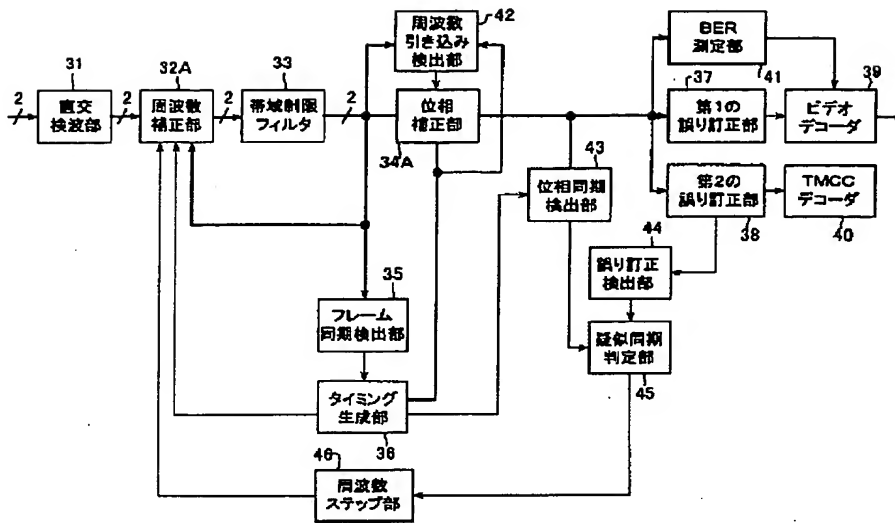
【図 5 2】



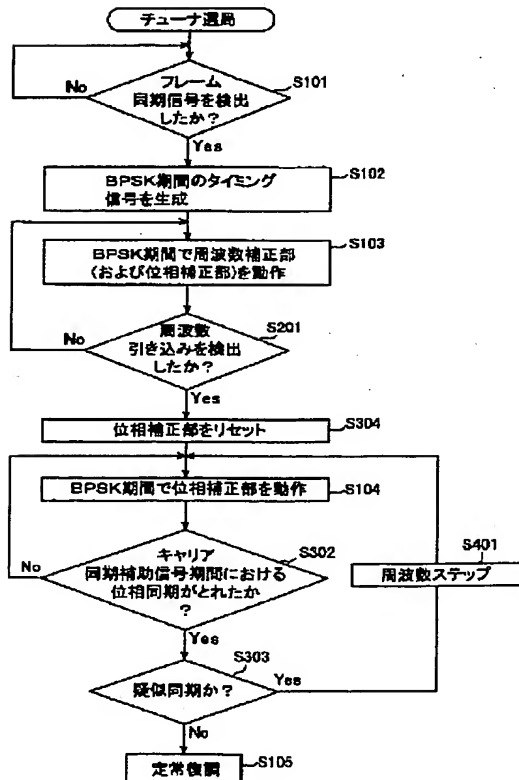
【図 5 3】



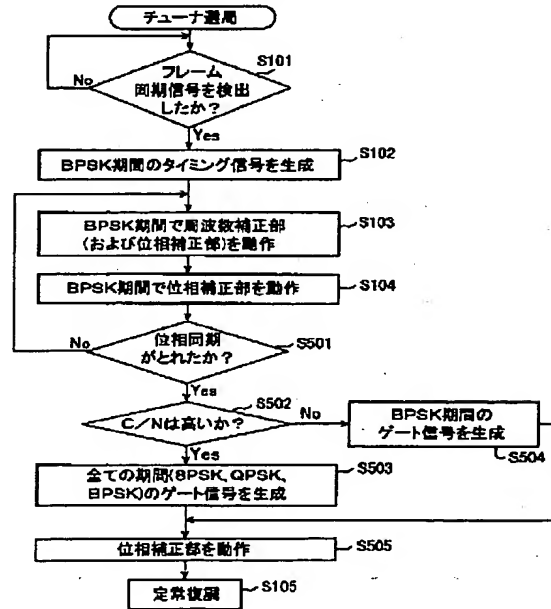
【図43】



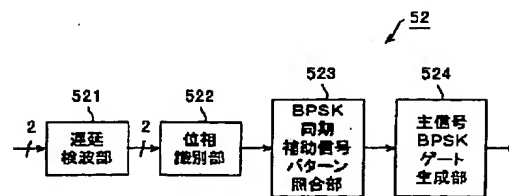
【図44】



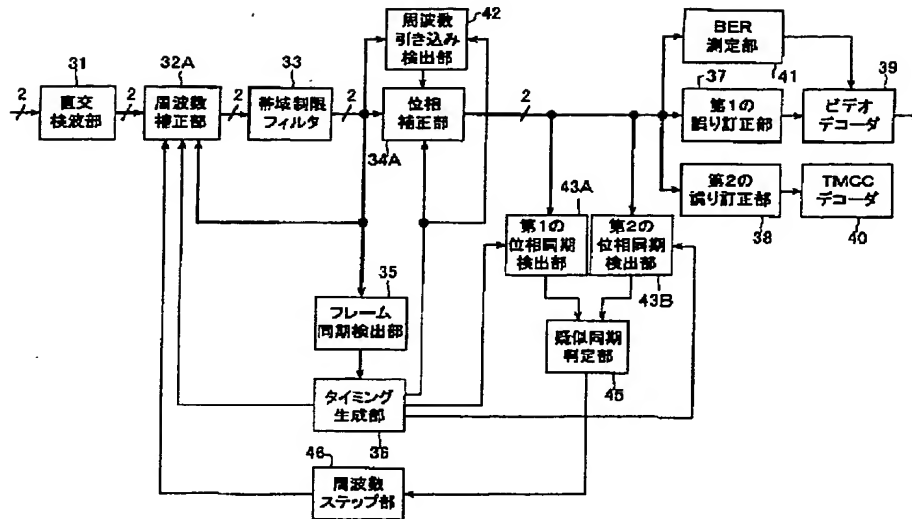
【図49】



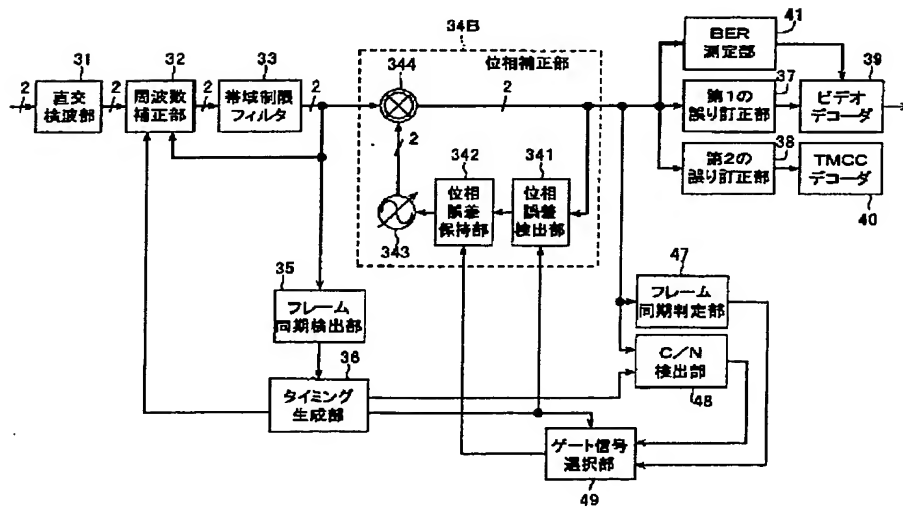
【図75】



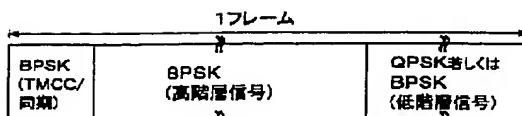
【図45】



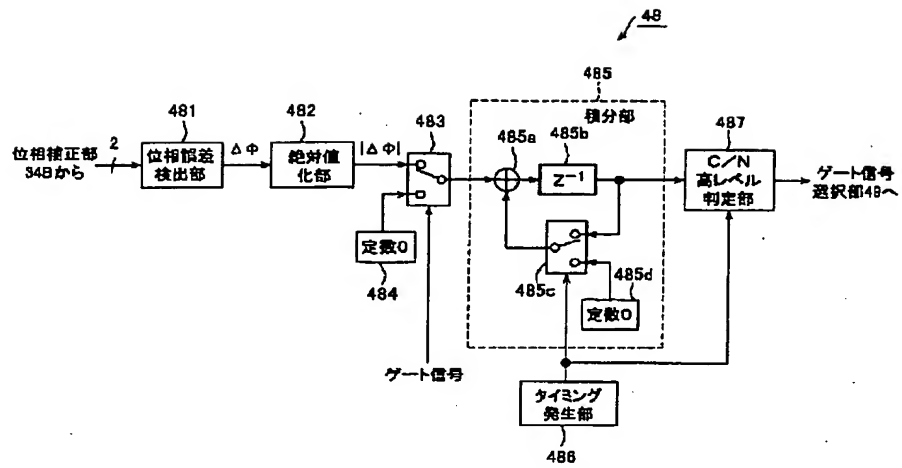
【図48】



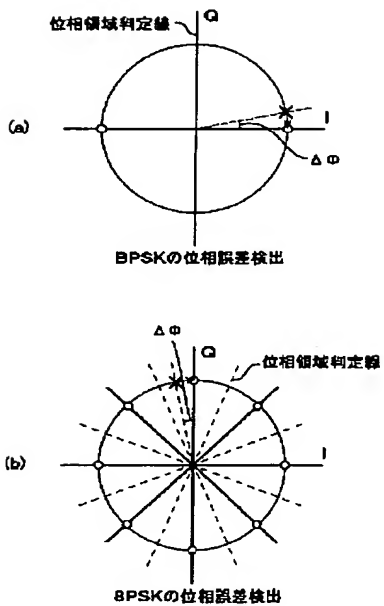
【図78】



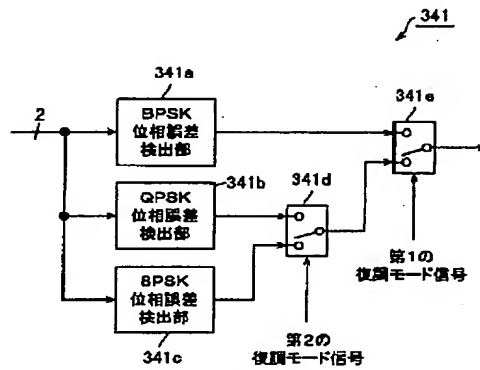
【図51】



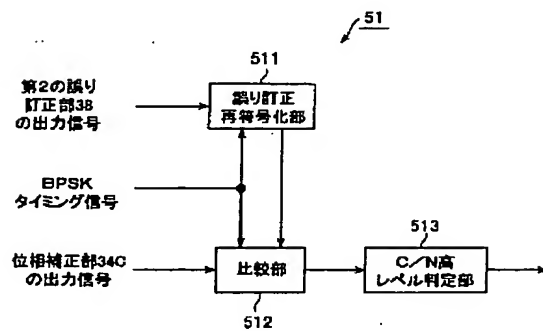
【図54】



【図60】



【図67】



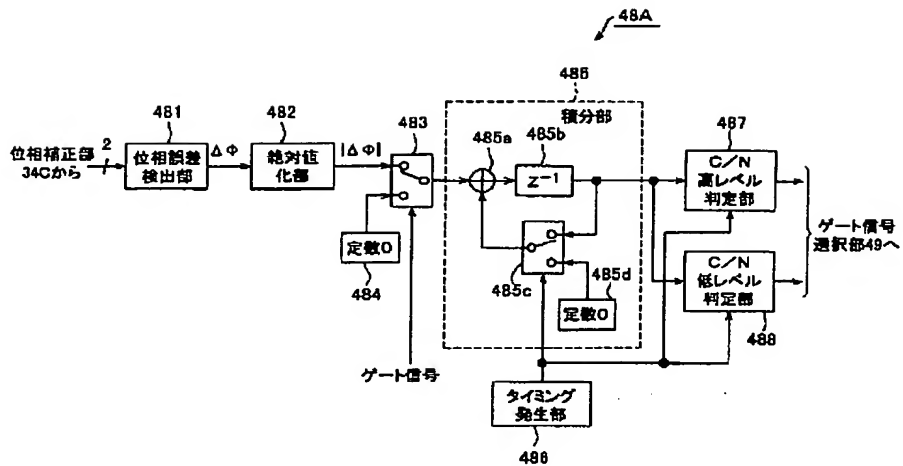
[illegible]

```

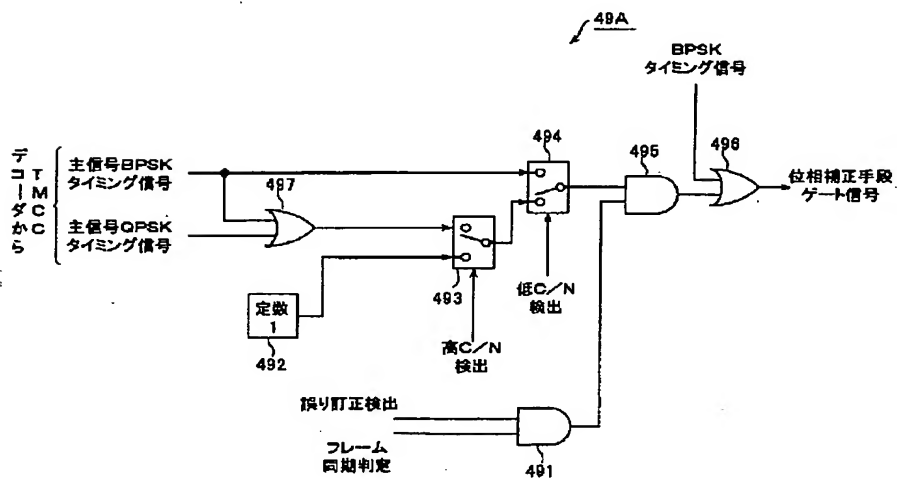
graph TD
    Start([テュナ選局]) --> S101{フレーム同期信号を検出したか?}
    S101 -- No --> S101
    S101 -- Yes --> S102[BPSK期間のタイミング信号を生成]
    S102 --> S103[BPSK期間で周波数補正部  
(および位相補正部)を動作]
    S103 --> S104[BPSK期間で位相補正部を動作]
    S104 --> S501{位相同期がとれたか?}
    S501 -- No --> S103
    S501 -- Yes --> S801[TMCC信号]
    S801 --> S802{C/Nは低い?}
    S802 -- Yes --> S504[BPSK期間のゲート信号を生成]
    S802 -- No --> S502{C/Nは高い?}
    S502 -- No --> S503[QPSK・BPSK期間のゲート信号を生成]
    S502 -- Yes --> S505[全ての期間(BPSK, QPSK, BPSK)のゲート信号を生成]
    S504 --> S503
    S503 --> S505
    S505 --> S505_2[位相補正部を動作]
    S505_2 --> S105[定常復調]

```

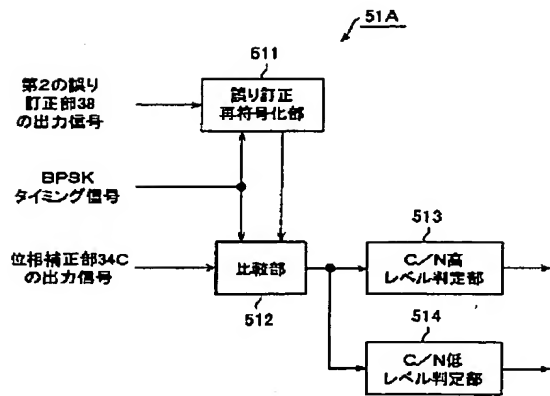
【图57】



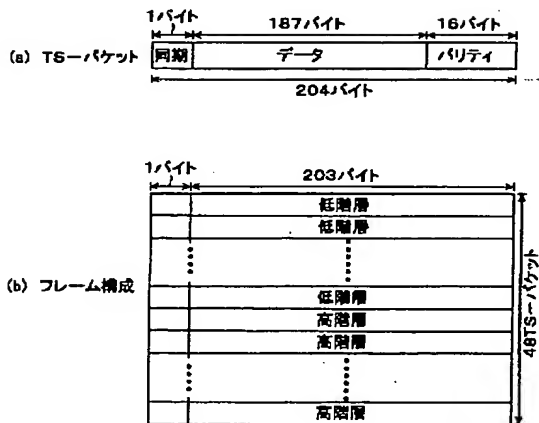
【圖58】



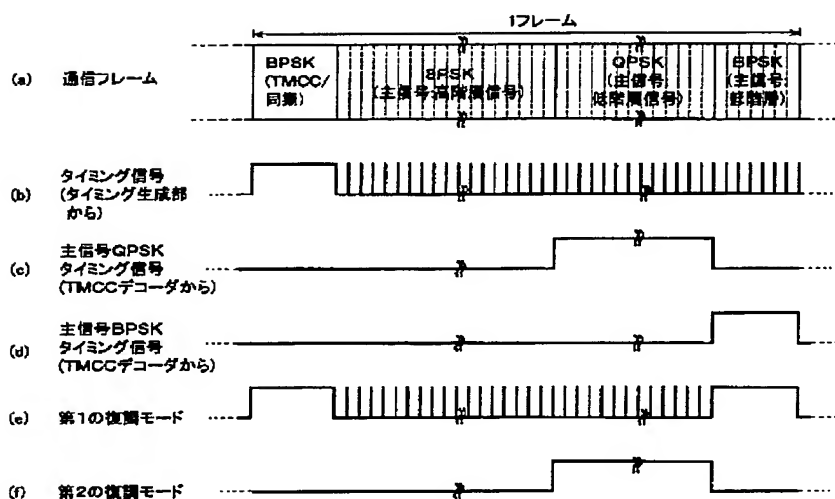
【図70】



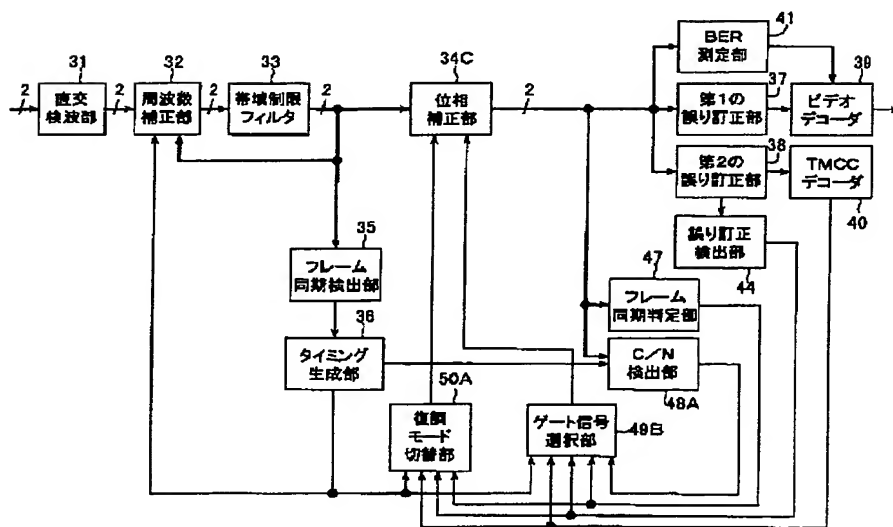
【図80】



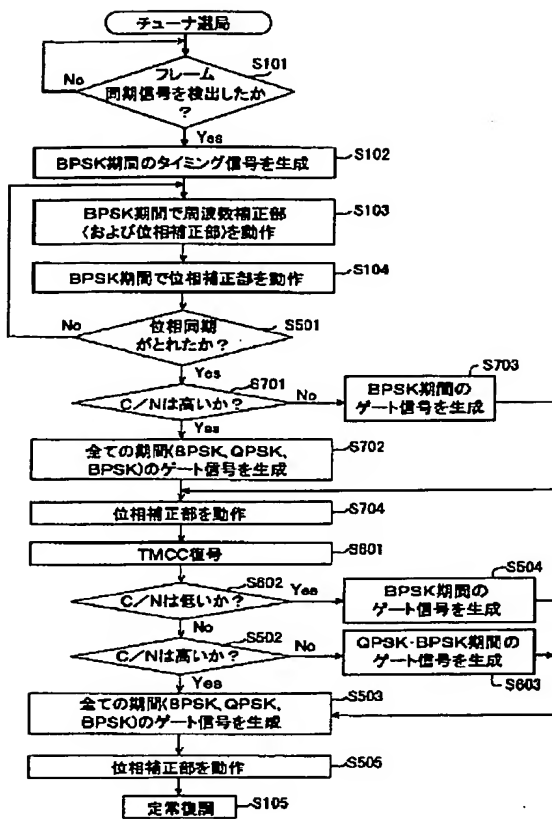
【図59】



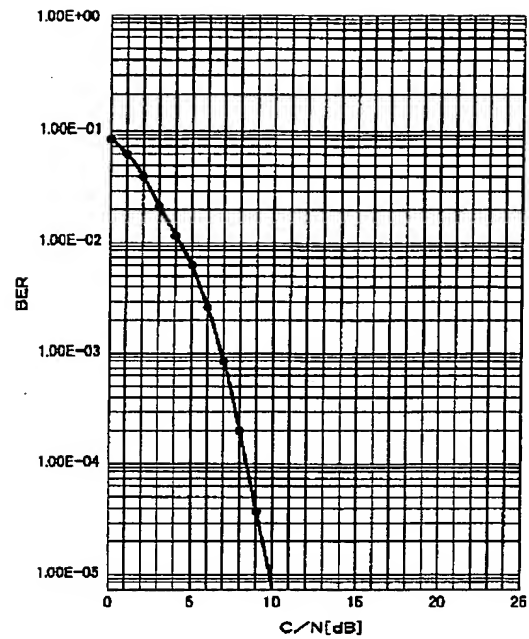
【図62】



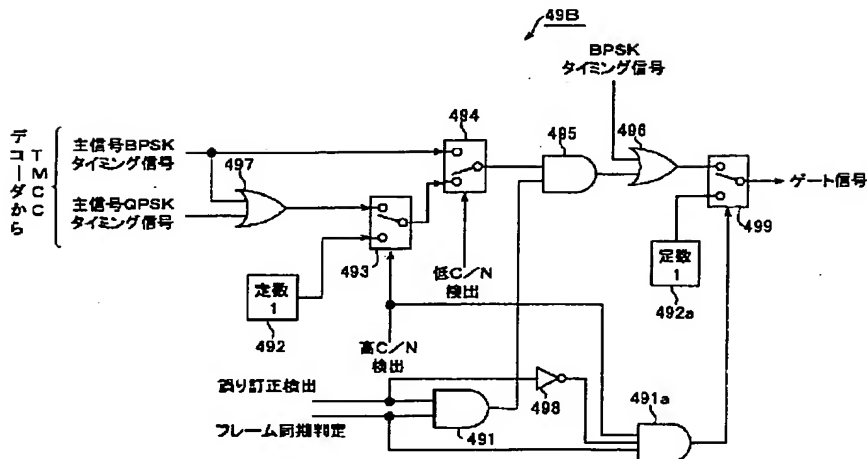
【図63】



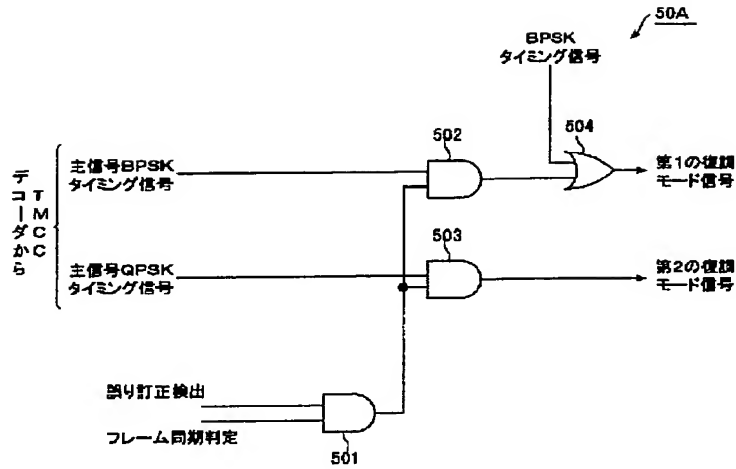
【図68】



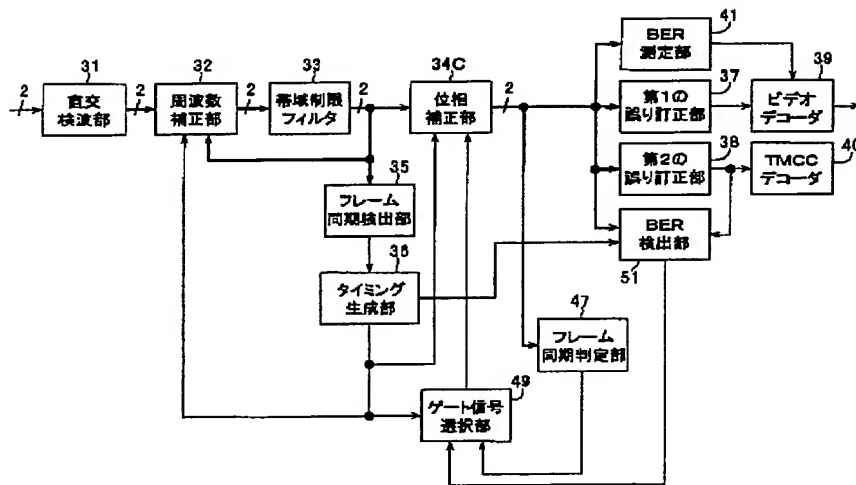
【図64】



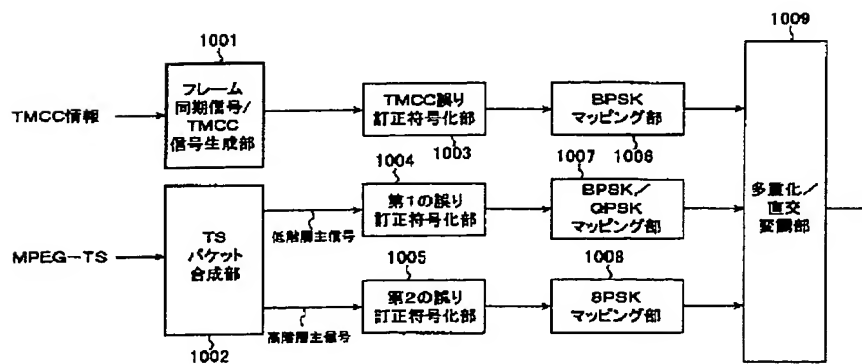
【図65】



【図66】

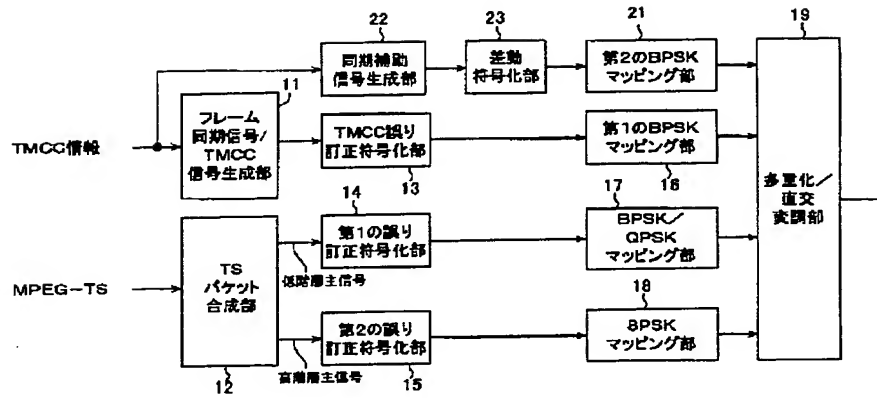


【図77】

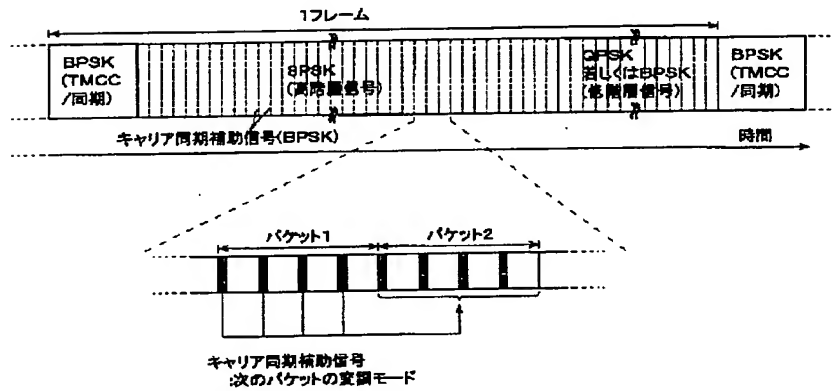


[illegible]

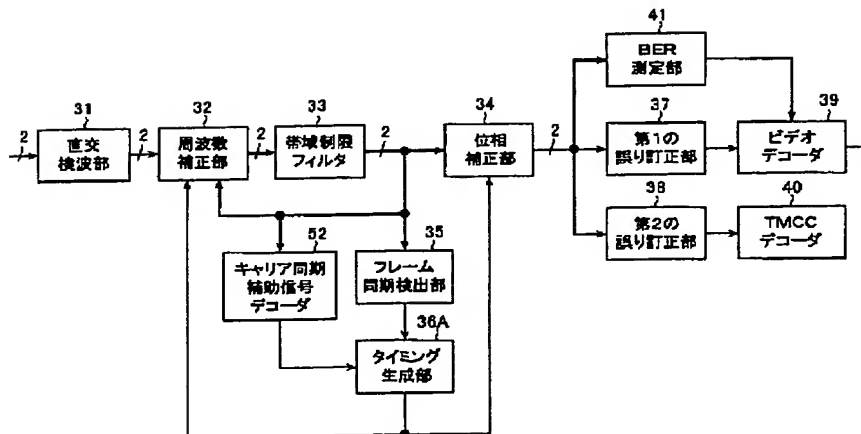
【図72】



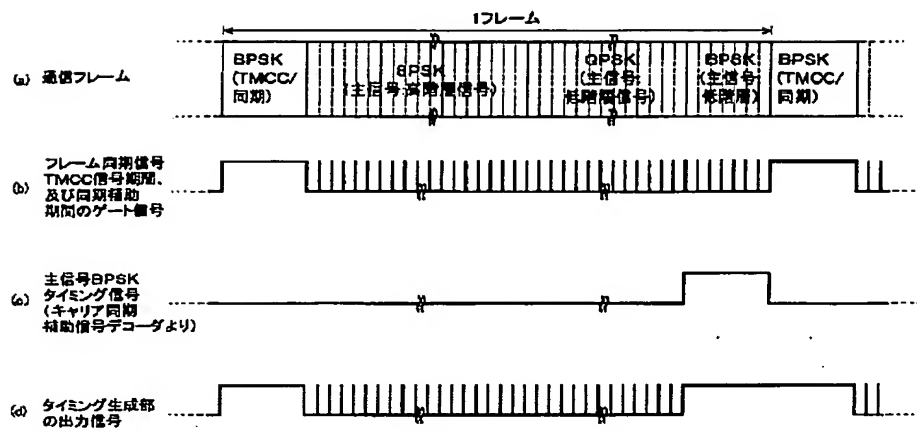
【図73】



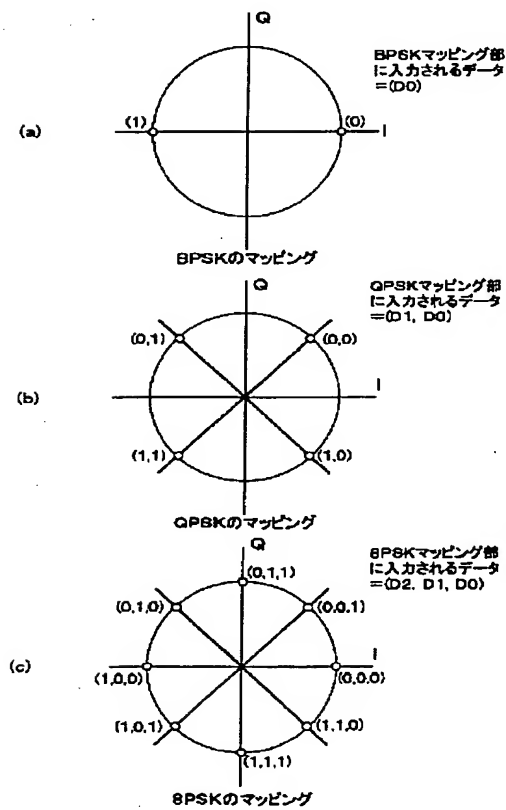
【図74】



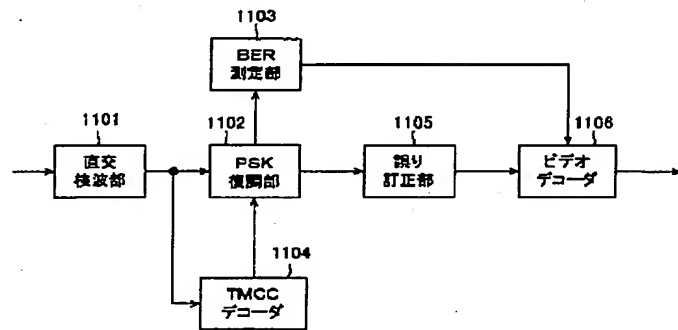
【図76】



【図79】



【図81】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H 0 4 N 7/08
7/081

識別記号

F I
H 0 4 N 7/08 Z

(56)参考文献 特開 平 5 - 327807 (J P , A)
特開 昭 58 - 178653 (J P , A)
特開 昭 53 - 137657 (J P , A)
特開 昭 56 - 154859 (J P , A)
特開 平 9 - 321813 (J P , A)
特開 平 10 - 215291 (J P , A)
特開 平 8 - 330910 (J P , A)
特開 平 3 - 102943 (J P , A)
特開 平 6 - 14069 (J P , A)
特開 平 5 - 236042 (J P , A)
特開 平 3 - 19456 (J P , A)
映像メディア学会技術報告, V o l .
21, N o . 25, p . 1 - 5

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
H04L 27/00 - 27/38

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶

(11) 공개번호 특2000-0068952

(43) 공개일자 2000년 11월 25일

H04L 27/18

(21) 출원번호	10-1999-7004137	(87) 국제공개번호	WO 1999/16223
(22) 출원일자	1999년 05월 10일	(87) 국제공개일자	1999년 04월 01일
번역문제출일자	1999년 05월 10일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1998/04147		
(86) 국제출원출원일자	1998년 09월 16일		
(81) 지정국	국내특허 : 중국 대한민국		
(30) 우선권주장	9-254544 1997년 09월 19일 일본(JP)		
	9-332236 1997년 12월 02일 일본(JP)		
(71) 출원인	마쯔시다덴기산교 가부시기가이샤 모리시타 요이찌		
	일본국 오사카후 가도마시 오아자 가도마 1006반지		
(72) 발명자	하야시요시카즈		
	일본오사카후이바라키시신도 1초메 5반 19고 II -201고시츠		
	간노임페이		
	일본오사카후가타노사이쿠노 1초메 10반 221고시츠		
	오우치미키히로		
	일본오사카후모리구치시가지마치 1초메 54반 3고		
(74) 대리인	김영신, 김원오		

심사청구 : 있음

(54) 변조·복조장치 및 방법

요약

본 발명은 변조·복조장치 및 방법에 관한 것으로서, 변조장치에서는 변조방식이 전환하는 최소단위인 패킷의 주기로 각 패킷내에 BPSK 변조된 캐리어 동기 보조신호(또는 다음 패킷의 PSK 변조파의 위상수 정보를 차동부호화하여 중첩시킨 캐리어 동기 보조신호)를 삽입하도록 시분할 다중화를 실시하고, 복조장치에서는 이 BPSK 변조된 캐리어 동기 보조신호(및 BPSK 변조된 주신호) 부분을 추출하여 반송파 재생을 실시하여, 시분할 다중 n상 PSK 변조신호에 대해 저 C/N시에 있어서 복조장치에서의 캐리어 동기를 고속 및 안정적으로 실시하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 1

(57) 청구의 범위

청구항 1

통신대상인 복수의 데이터에 대해, 해당 데이터의 각 계층마다 다른 전송효율의 위상변조를 실시하여 미리 정해진 고정길이의 통신 프레임 생성하는 변조장치에 있어서,

상기 복수의 데이터의 각각에 대하여, 데이터 내용에 대응하는 위상변조를 실시하여 변조신호를 생성하는 위상변조수단,

상기 데이터에 실시한 복수의 위상변조 중 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호를 생성하는 신호생성수단 및

상기 캐리어 동기 보조신호가 상기 통신 프레임 내에서 동일한 시간 간격으로 분산하도록 상기 변조신호 및 상기 캐리어 동기 보조신호를 시분할 다중화하는 다중화 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 캐리어 동기 보조신호는 2심볼 이상 연속시켜 시분할 다중화되는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 3

제 1항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 캐리어 동기 보조신호는 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대해서 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

입력하는 신호에 대하여 차동 부호화를 실시하여 출력하는 차동부호화 수단을 또한 구비하고,

상기 신호생성수단은 상기 차동 부호화 수단에서 차동 부호화된 후의 신호에 대하여 상기 데이터에 실시한 복수의 위상 변조 중 상기 최소위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 5

통신 대상인 복수의 데이터에 대하여 해당 데이터의 각 계층마다 다른 전송효율의 위상변조를 실시하여 미리 정해진 고정길이의 통신 프레임을 생성하는 변조방법에 있어서,

상기 데이터에 실시한 복수의 위상변조 중 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소 위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기보조신호를 생성하고, 해당 캐리어 동기보조신호가 상기 통신 프레임 내에서 동일한 시간 간격으로 분산하도록 시분할 다중화되는 것을 특징으로 하는 변조방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호는 2심볼 이상 연속시켜 시분할 다중화되는 것을 특징으로 하는 변조방법.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호는 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대하여 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하는 것을 특징으로 하는 변조방법

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 캐리어 동기 보조신호는 차동 부호화된 후의 신호에 대하여, 상기 데이터에 실시한 복수의 위상변조 중 상기 최소위상변조를 실시함으로써 생성되는 것을 특징으로 하는 변조방법.

청구항 9

복수의 위상변조신호와 함께 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호가 동일한 시간 간격으로 분산하도록 시분할 다중화된 해당 통신 프레임을 수신하는 복조장치에 있어서,

상기 통신 프레임 내의 미리 정해진 신호기간의 주파수 오차를 검출하여 주파수 오차의 보정을 실시하는 주파수 보정수단,

상기 통신 프레임 내의 미리 정해진 신호기간의 위상오차를 검출하여 위상 오차의 보정을 실시하는 위상 보정수단,

상기 주파수 보정수단 또는 상기 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 지연검파를 사용하여 통신 프레임의 동기 신호를 검출함으로써 프레임 선두위치를 검출하는 프레임 동기 검출수단 및

상기 프레임 동기검출수단에서 검출한 상기 프레임 선두 위치에 기초하여 상기 최소 위상변조가 실시된 기간 중 적어도 상기 캐리어 동기 보조신호의 기간(이하, 동기신호기간이라고 함)을 검출하고, 해당 동기신호기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 타이밍 생성수단을 구비하고,

상기 주파수 보정수단 및 상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에 있어서, 상기 최소위상변조에 따른 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단 또는 상기 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 상기 위상보정수단이 의사동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단 및

상기 주파수 인입 검출수단의 판단 결과, 상기 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료한 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상 동기의 상태

를 검출하는 위상동기 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류 정정 검출수단,

상기 위상동기 검출수단과 상기 오류정정 검출수단의 검출 결과로부터 의사 동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단 및

상기 의사동기 판정수단의 판정결과, 의사 동기인 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기보조신호 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 1 위상동기 검출수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 2 위상동기 검출수단,

상기 제 1 위상동기 검출수단과 상기 제 2 위상동기 검출수단의 검출결과로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단 및

상기 의사동기 판정수단의 판정결과, 의사동기인 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정수단을 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 위상동기검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류 정정검출수단,

상기 위상동기검출수단과 상기 오류정정검출수단의 검출결과로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 의사 동기 판정수단 및

상기 의사동기 판정수단의 판정결과, 의사동기인 경우에는 상기 위상보정수단으로 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 주파수 스텝 수단을 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 1 위상동기검출수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 2 위상동기검출수단,

상기 제 1 위상동기검출수단과 상기 제 2 위상동기검출수단의 검출결과로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단 및

상기 의사동기 판정수단의 판정 결과, 의사동기인 경우에는 상기 위상보정수단으로 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 주파수 스텝 수단을 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 상기 위상보정수단이 의사 동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단 및

상기 주파수 인입 검출수단의 판단 결과, 상기 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 상기 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료한 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 상기 위상보정수단이 의사 동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단 및

상기 주파수 인입 검출수단의 판단결과, 상기 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료한 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 17

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 프레임 동기판정수단, </P>

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단 및

상기 프레임 동기판정수단과 상기 C/N 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우는 상기 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기 신호 기간 이외에서는 상기 통신 프레임내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 18

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 신호기간부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소 위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기 신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 19

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 프레임 동기 판정수단 및 상기 오류정정검출수단의 검출결과와 상기 신호기간부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기 판정수단, 상기 C/N 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대해 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신

호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대해 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우는 상기 최소위상변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 위한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따라서 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 20

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트 오류율을 측정하고, 해당 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기 판정수단과 상기 BER 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 21

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트 오류율을 측정하고, 해당 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 BER 검출수단 및 상기 오류 정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상 동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트

신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 22

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류 정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 프레임동기판정수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임동기 판정수단, 상기 BER 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 23

제 10 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기수단과 상기 C/N 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상 오차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 24

제 10 항, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 25

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단 및 상기 오류정정검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 상기 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 26

제 10 항, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호 C/N(반송파 전력/잡음 전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 프레임 동기 판정수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여

전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상 동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 27

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 프레임 동기판정수단 및 상기 오류검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단 및 상기 오류정정검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소 위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간이외에서는 상기 통신프레임 내에서 위상수가 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 28

제 10 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER검출수단,

상기 프레임 동기판정수단과 상기 BER 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 또한 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 29

제 10, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임동기판정수단, 상기 BER 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 30

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트 오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기 판정수단, 상기 BER 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간

을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조시간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 31

제 10 항, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 프레임 동기 신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기 신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 프레임 동기판정수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 BER 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우는 상기 최소위상변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 32

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 프레임 동기판정수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 BER 검출수단 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N0이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N0이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N0이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N0이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 또한 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호 기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기 신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상 변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 33

제 9 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기검출수단은

신호를 지연 검파하는 지연검파수단,

지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 1 또는 2이상의 위상식별수단 및

상기 1 또는 2 이상의 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 1 또는 2 이상의 위상식별수단은 상기 프레임 동기신호를 전송하는 위상변조에 대응한 위상식별영역을 각각 갖고, 2이상의 해당 위상식별영역은 각각 다른 위상회전을 실시하여 병렬로 설치하고,

상기 조합수단은 상기 위상식별영역의 위상회전량이 다른 상기 위상식별수단의 각각의 출력에 대하여 패턴 조합을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 34

제 9 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파신호에 미리 정한 수종류의 위상회전을 부여하는 위상회전수단,

상기 복수의 위상회전수단의 각각의 출력에 대하여 위상식별을 실시하는 위상식별수단 및

상기 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 위상식별수단은 상기 프레임 동기신호가 전송되는 위상변조에 대응하는 위상식별영역을 갖고, 지연 검파되어 다른 위상회전이 부여된 각각의 위상변조신호에 대하여 전송된 신호를 식별하고,

상기 조합수단은 상기 위상식별수단의 각각의 출력에 대하여 패턴 조합을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 35

제 9 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기 검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 위상식별수단,

상기 위상식별수단의 식별위상을 회전하는 식별위상 회전수단 및

상기 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 위상식별수단은 상기 프레임 동기신호를 전송하는 위상변조에 대응한 위상식별영역을 갖고, 상기 위상회전수단은 상기 조합수단에 의해 상기 프레임 동기신호를 검출하기까지 상기 위상식별수단에서의 상기 위상식별영역의 위상을 회전시키는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 36

제 9 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파신호에 위상회전을 부여하는 위상회전수단,

상기 위상회전수단의 출력을 입력하여 지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 위상식별수단 및

상기 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 조합수단에 의해 프레임 동기신호를 검출하기까지 상기 위상회전수단의 위상을 회전시키는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 37

제 9 항 내지 제 36 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단의 출력신호를 입력하고, 해당 출력신호의 대역 제한을 실시한 후, 상기 위상보정수단으로 출력하는 대역제한필터를 또한 구비하고,

상기 프레임동기검출수단은 주파수 보정수단, 상기 대역제한필터 또는 상기 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 상기 프레임 선두위치를 검출하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 38

제 9 항 내지 제 37 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호가 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대해서 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하고 있는 경우,

상기 정보에 기초하여 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 검출하고, 해당 최소위상변조기간을 부여하는 신호를 상기 타이밍 생성수단으로 출력하는 정보검출수단을 또한 구비하고,

상기 타이밍 생성수단은 상기 동기신호기간에 더하여 상기 최소위상변조기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 39

제 13 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주파수 스텝 수단은 의사동기가 발생하는 주파수를 f_g [Hz] 으로 한 경우, $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$)에 기초하여 상기 위상보정수단에 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 40

복수의 위상변조신호와 함께, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소 위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기보조신호가 동일한 시간간격으로 분산하도록 시분할 다중화된 해당 통신 프레임의 복조방법에 있어서,

상기 통신 프레임의 동기신호를 검출함으로써 상기 최소위상변조가 실시된 기간 중 적어도 상기 캐리어 동기 보조신호의 기간(이하, 동기신호기간이라고 함)을 검출하는 단계 및

상기 동기신호기간에서 상기 최소위상변조에 따른 주파수 및 위상의 보정동작을 실시하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

제 40 항에 있어서,

주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 42

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 오류정정상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 43

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기 보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 위상동기상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 44

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 오류정정상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 실시하게 하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 45

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 위상동기상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 실시하게 하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 46

제 44 항에 있어서,

상기 주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사 동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 47

제 45 항에 있어서,

상기 주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 48

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/NOI 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 통신 프레임의 전기간에서 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 49

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계

및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 50

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대해 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대 위상 변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 51

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 52

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계 및

위상 동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 53

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출

하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N가 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 54

제 41 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 55

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 56

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 57

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 58

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는, 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 59

제 41 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 60

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 61

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 62

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값

과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계 및

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N인 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 63

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 64

제 40 항 내지 제 63 항 중 어느 한 항에 있어서,

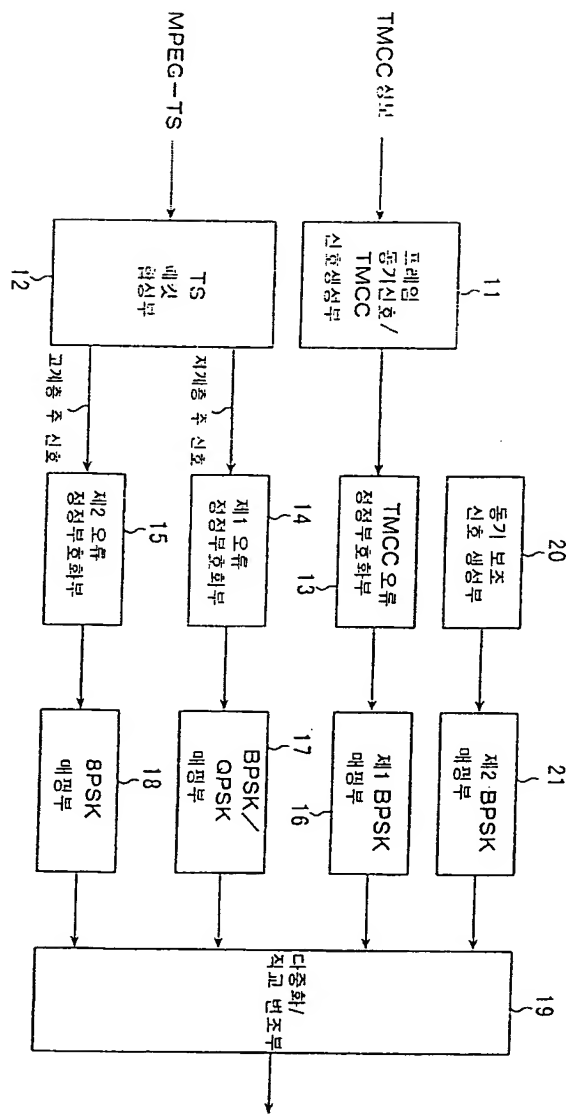
상기 캐리어 동기보조신호가 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대하여 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하고 있는 경우,

상기 정보에 기초하여 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 검출하고, 해당 최소위상변조기간을 부여하는 신호를 상기 타이밍 신호를 생성하는 단계로 출력하고, 상기 타이밍 신호를 생성하는 단계는 상기 동기신호기간에 더하여 상기 최소위상변조기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

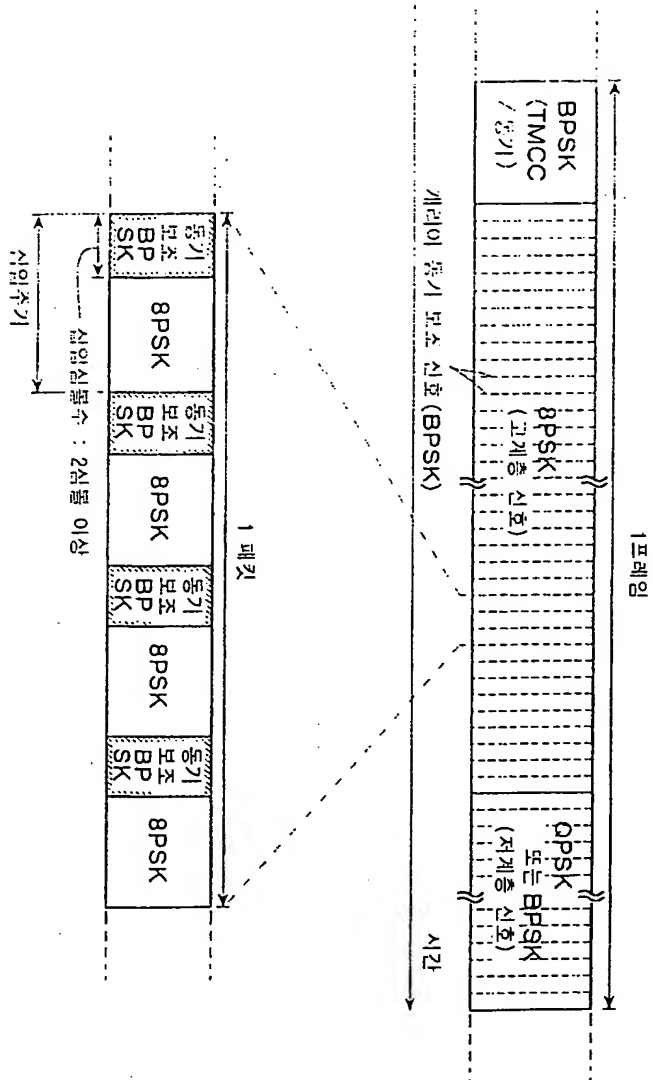
청구항 65

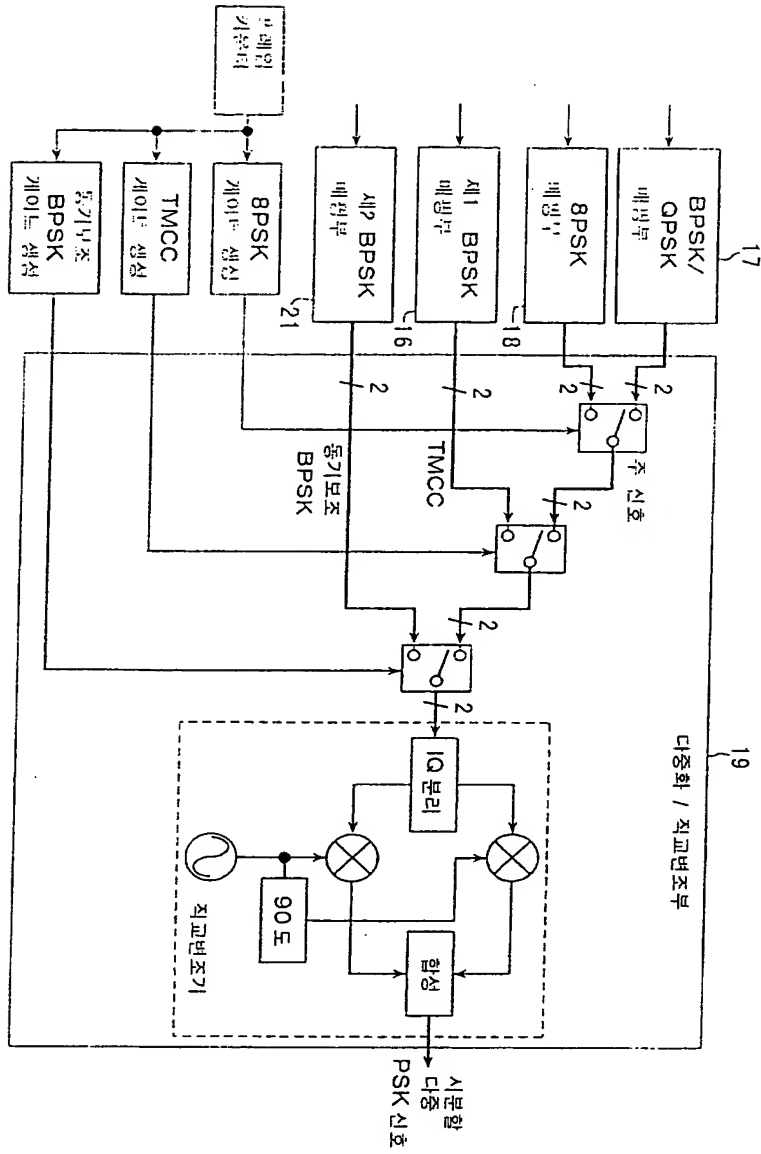
제 44 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

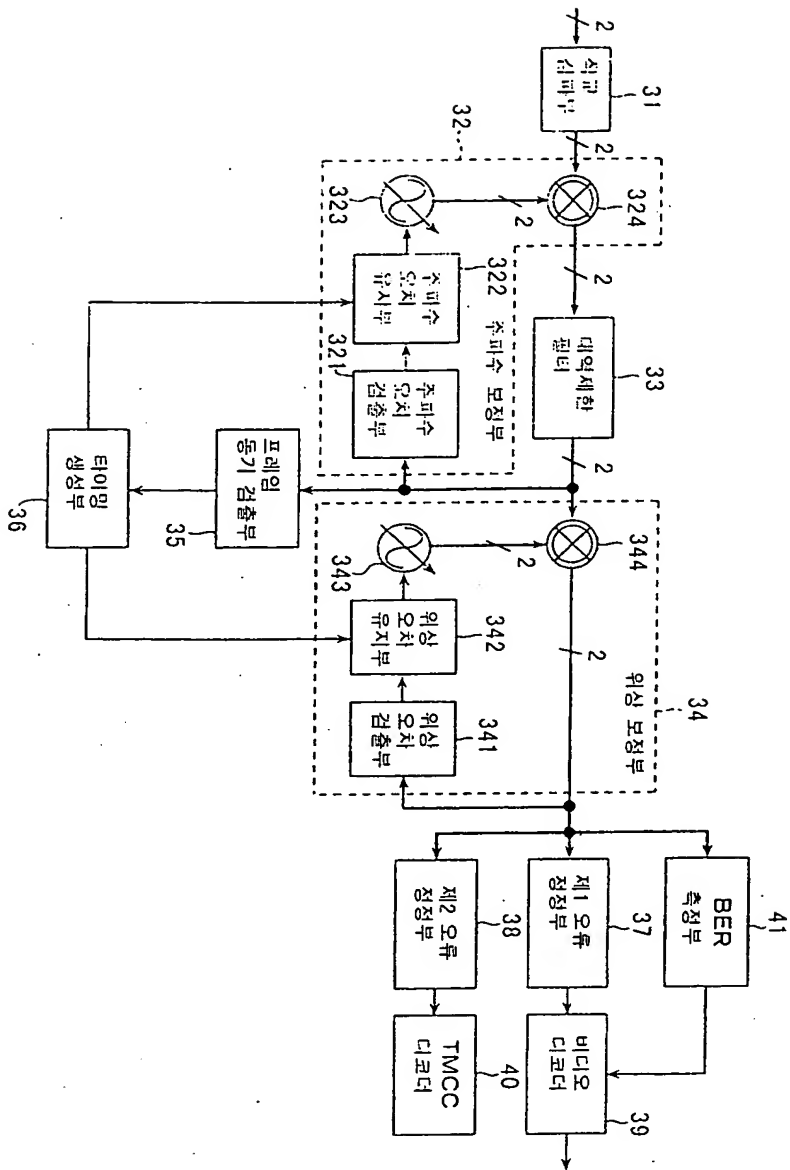
상기 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계는 의사동기가 발생하는 주파수를 f_g [Hz]로 한 경우, $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$)에 기초하여 위상보정동작을 실시하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 것을 특징으로 하는 복조방법.

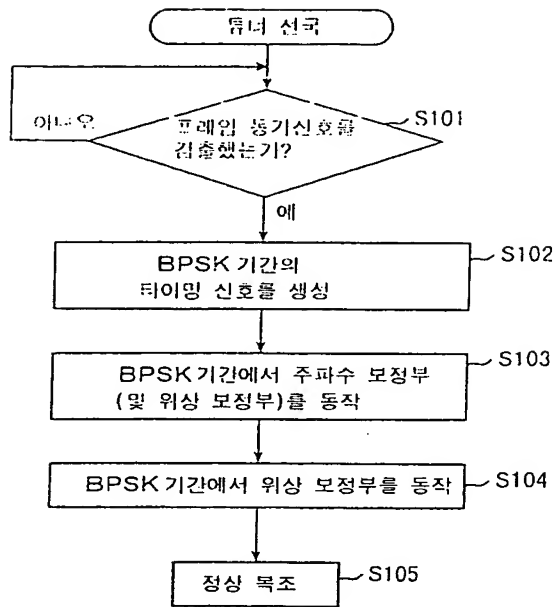


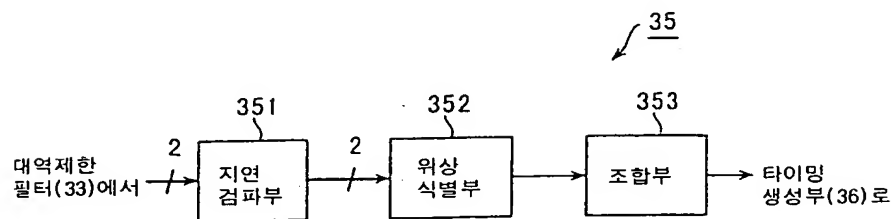
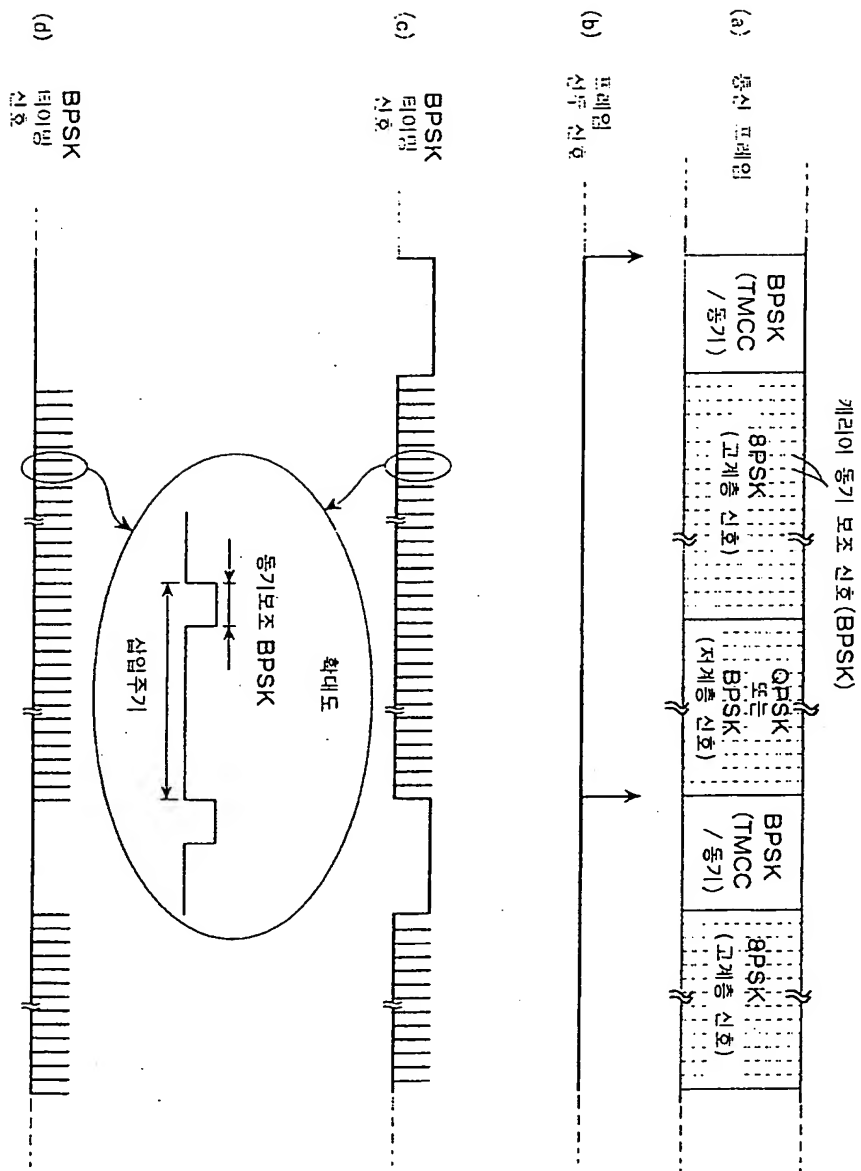
도 3

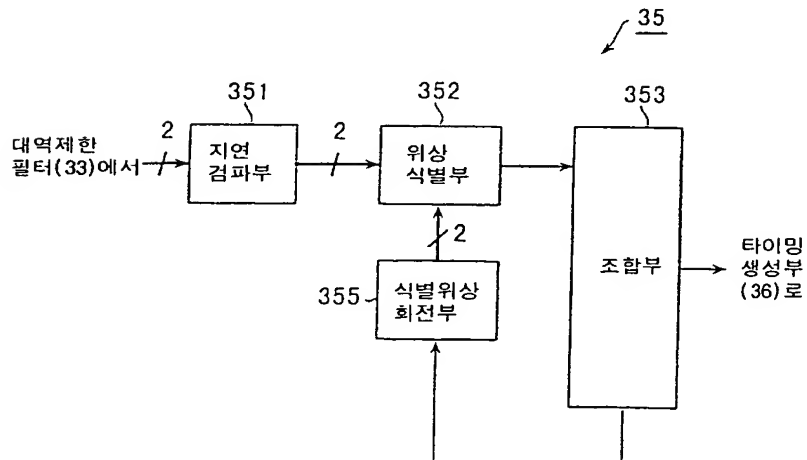
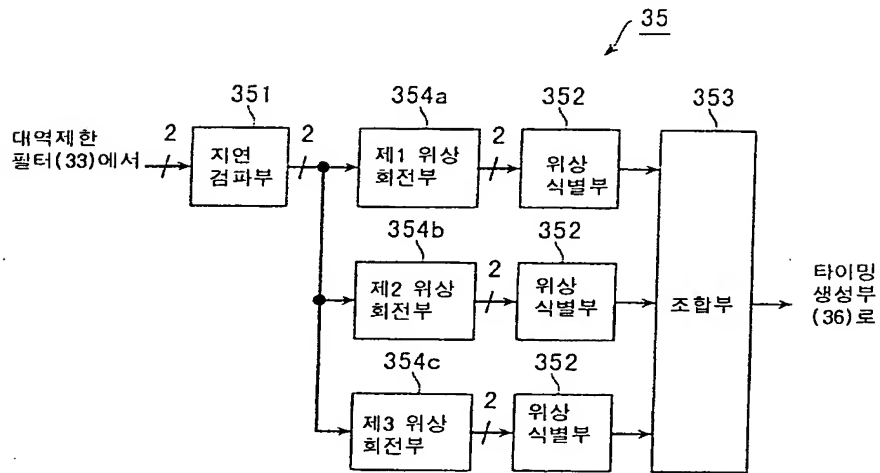
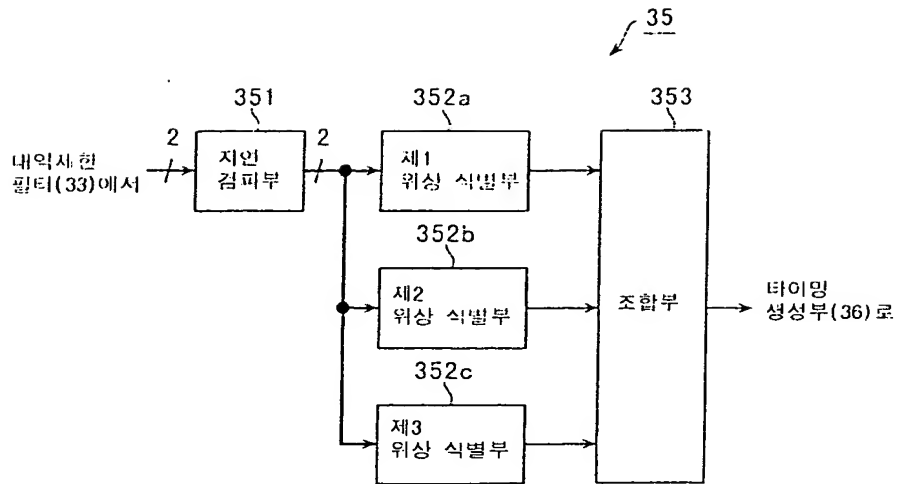


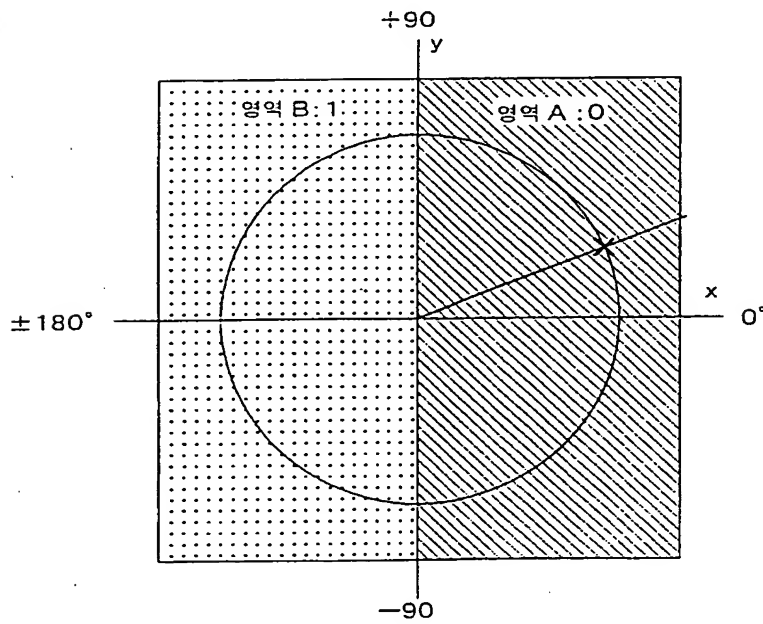
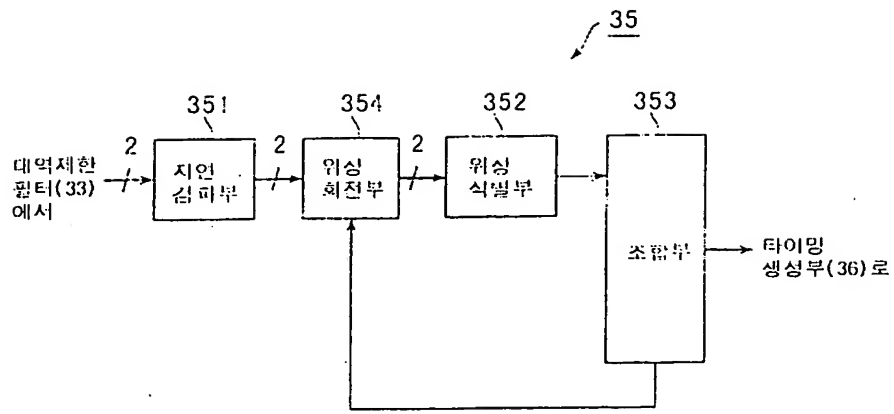


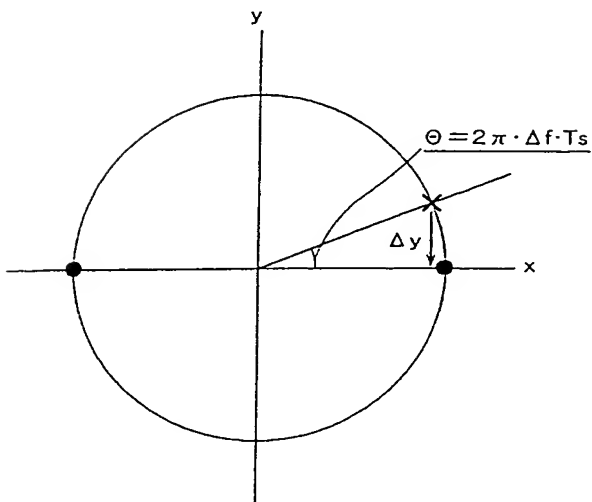
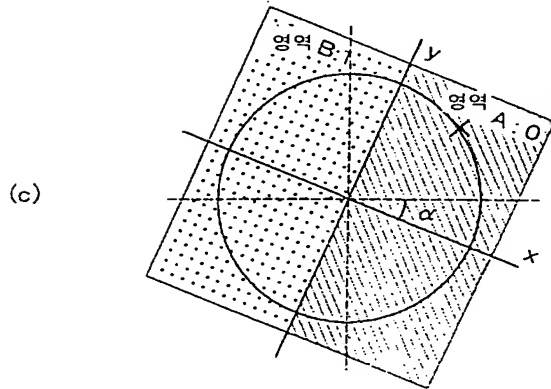
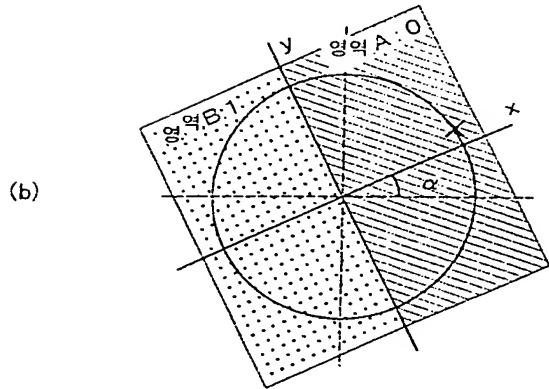
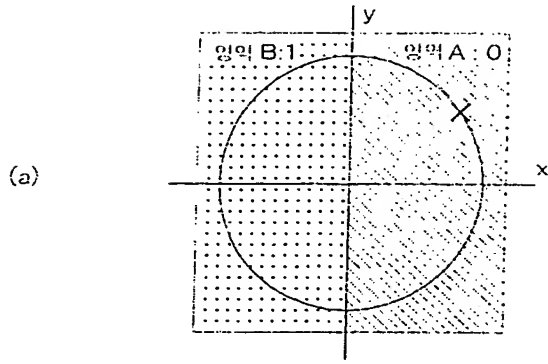


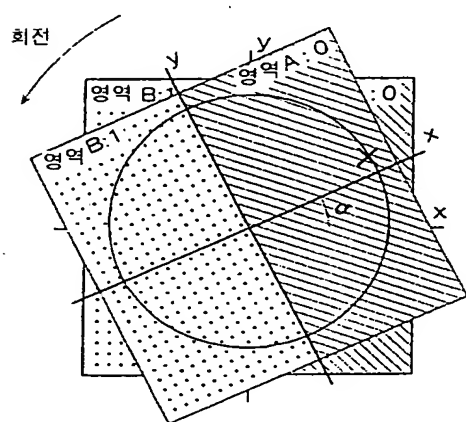
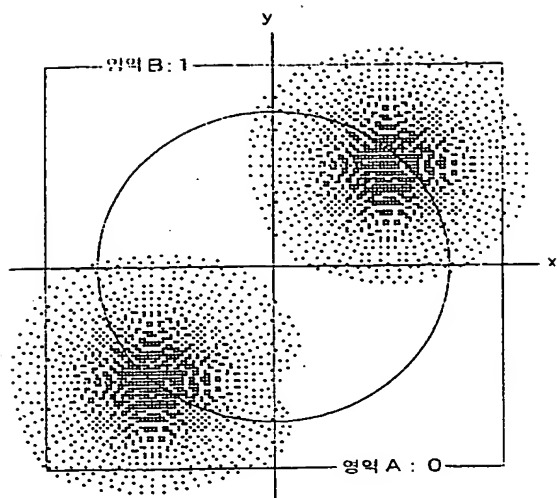


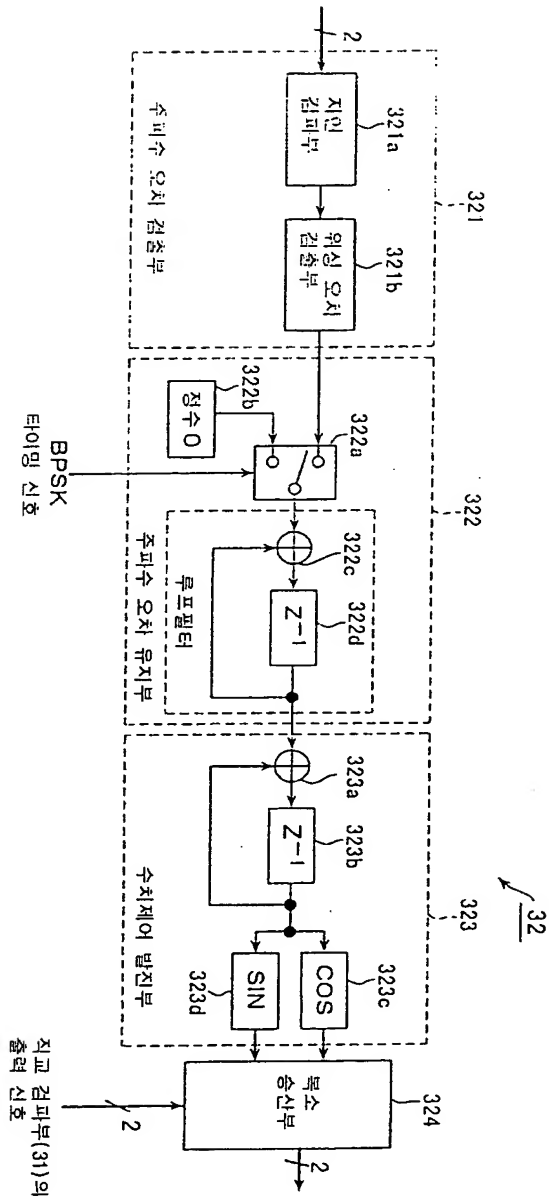


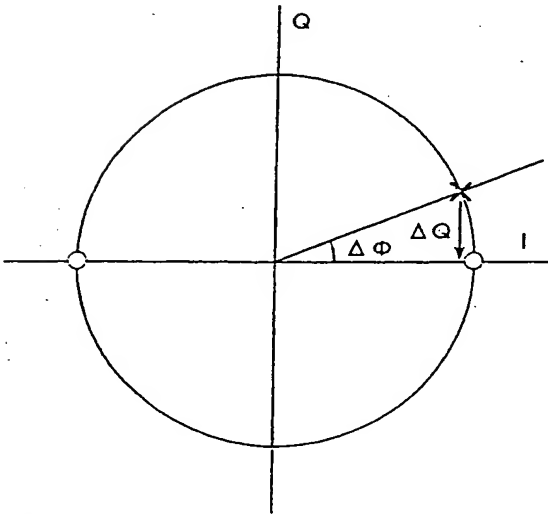
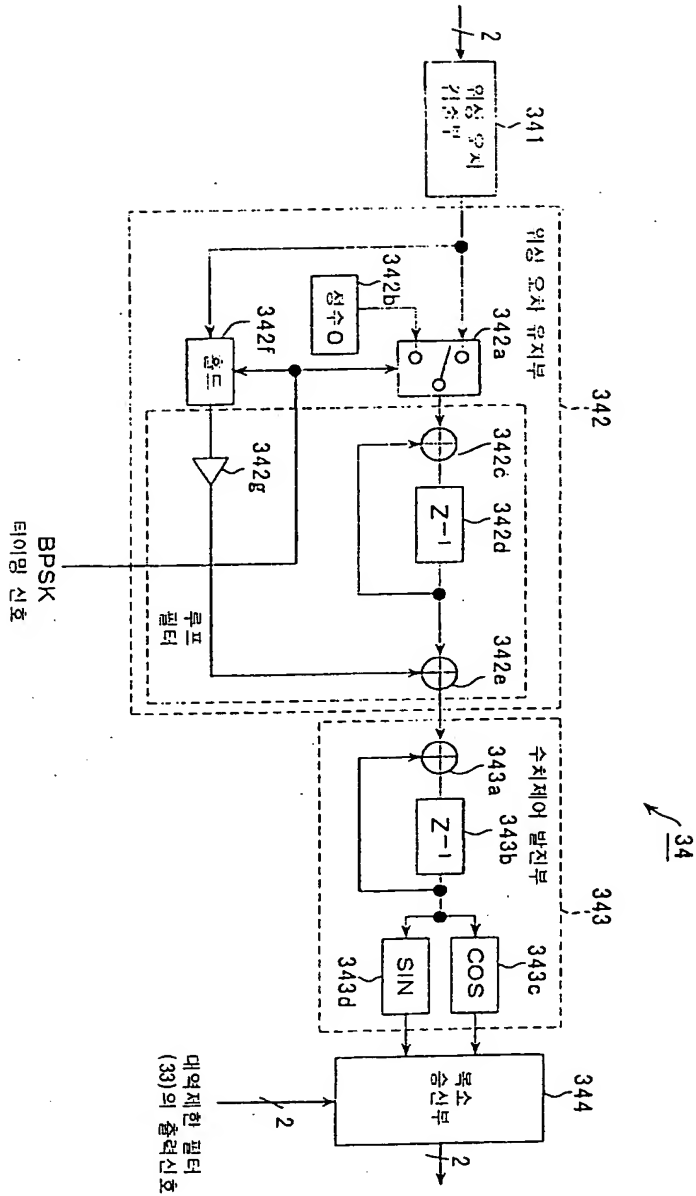


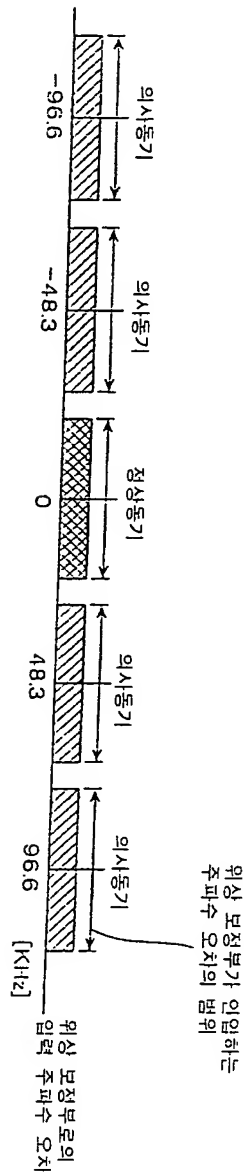
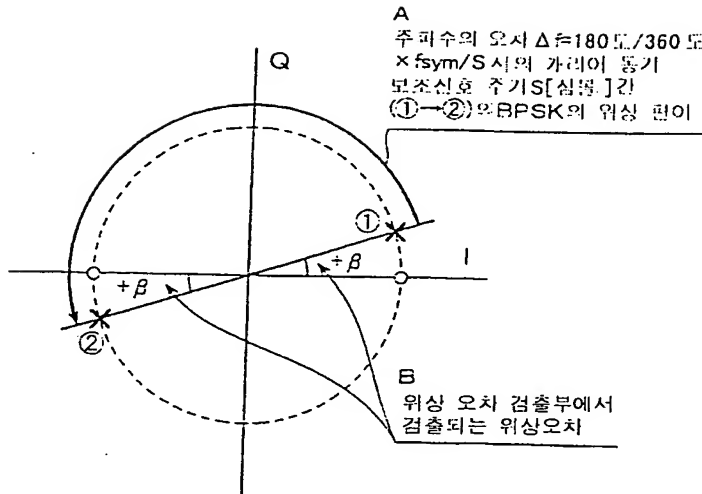


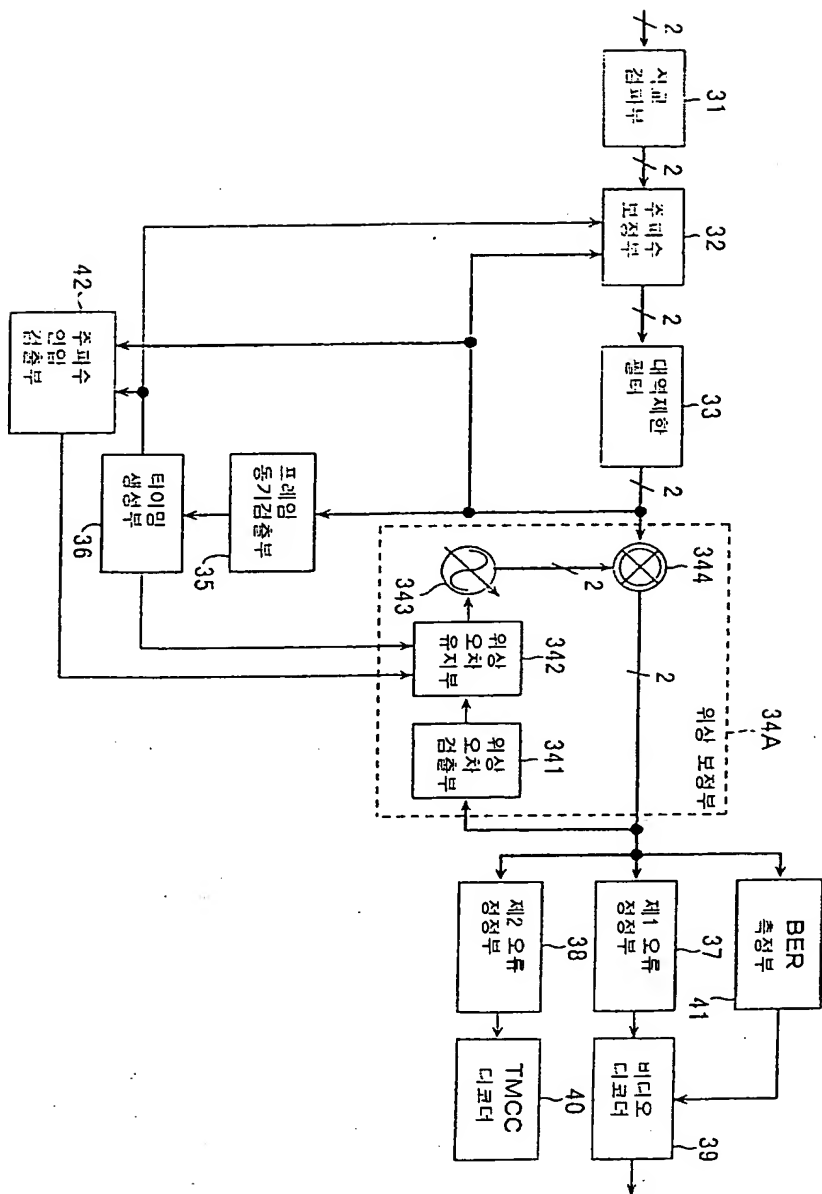


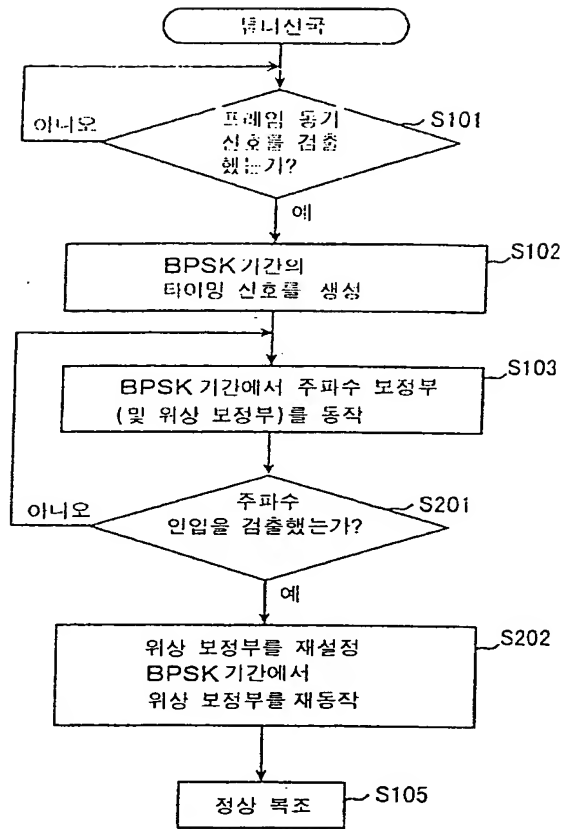


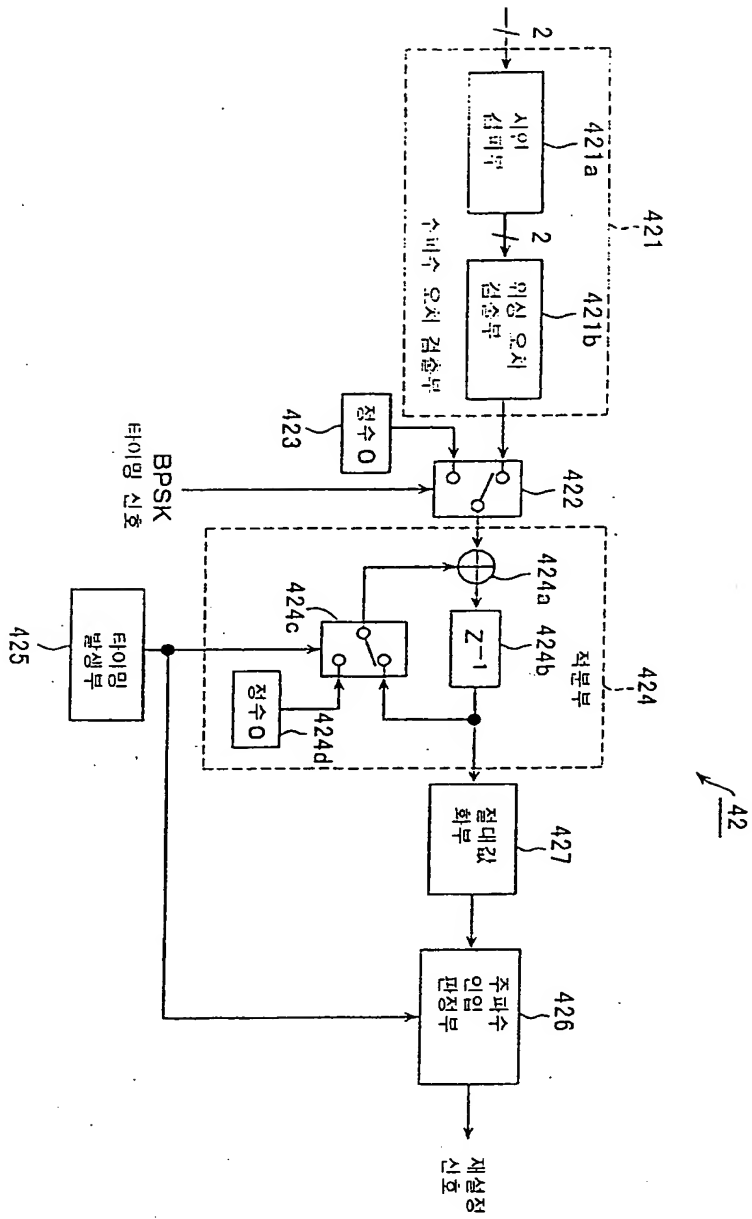


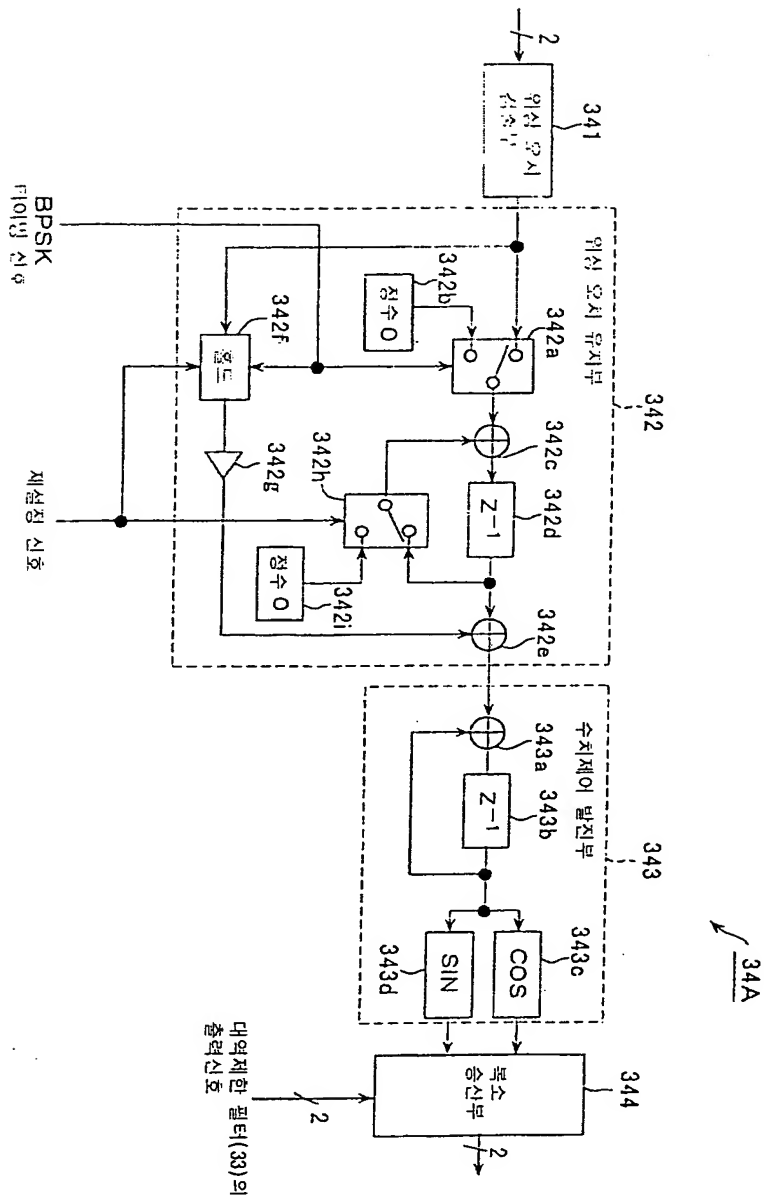


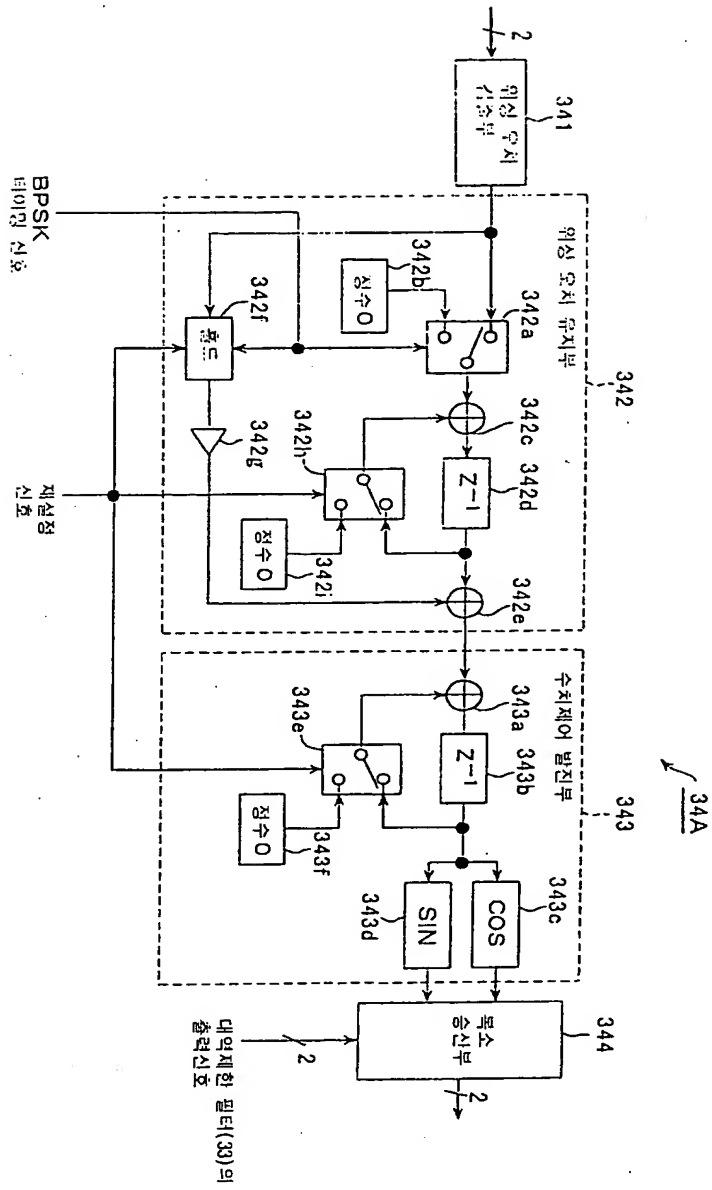


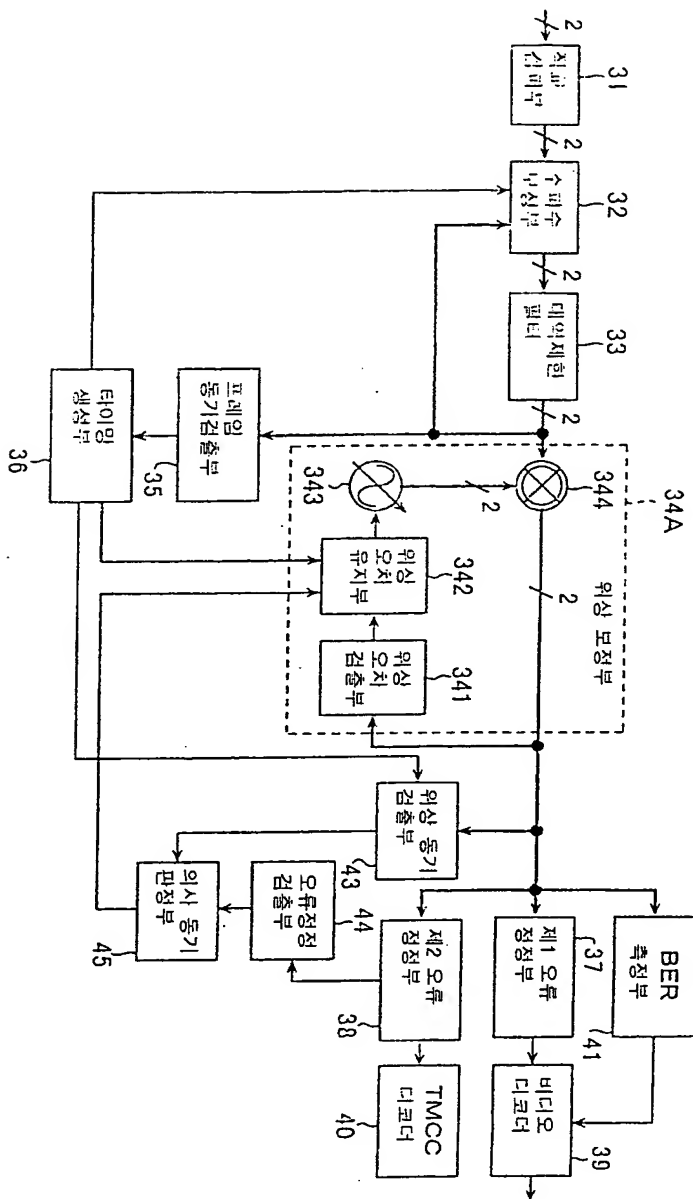


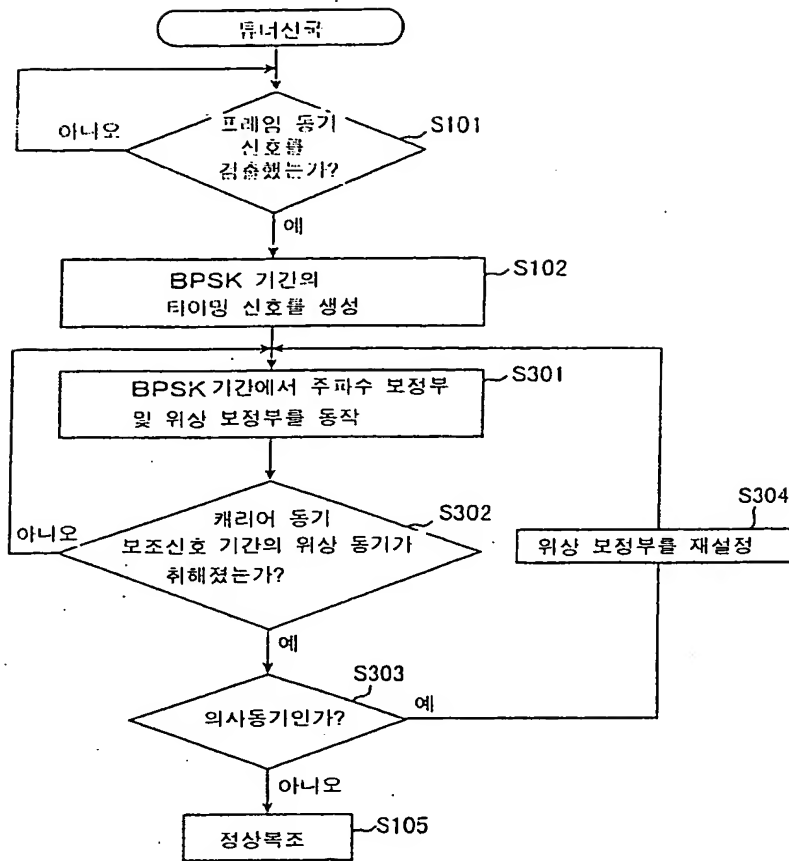


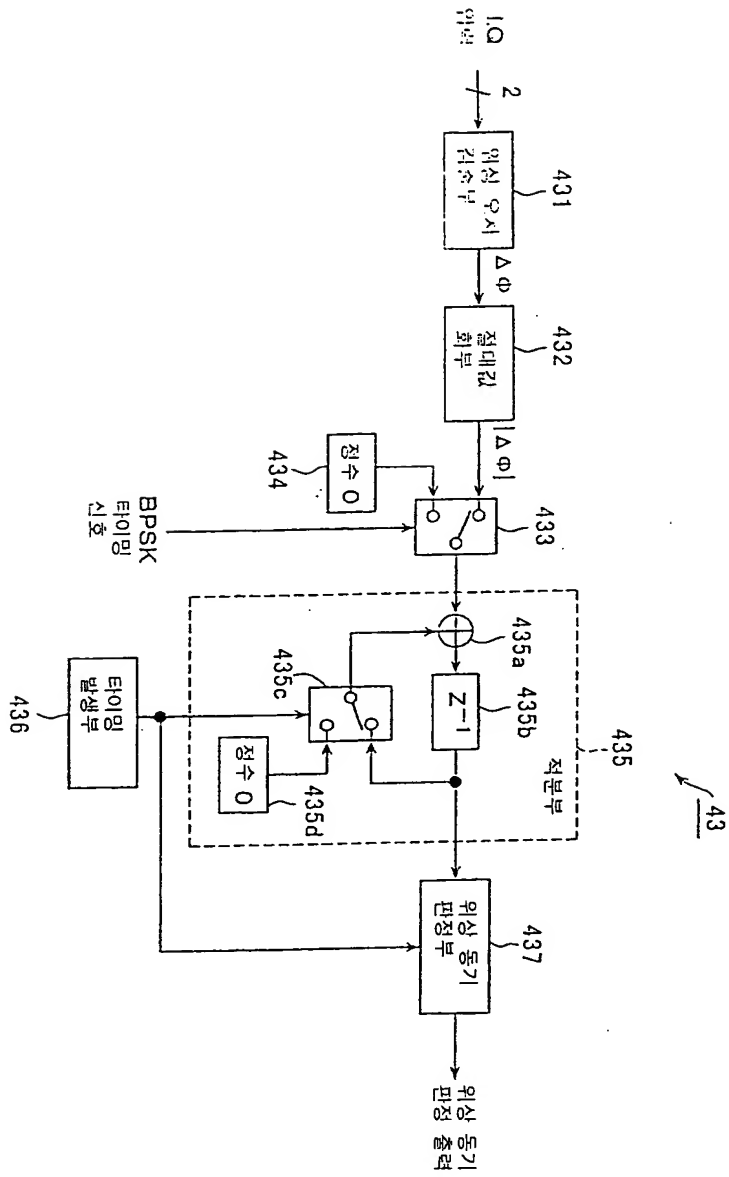


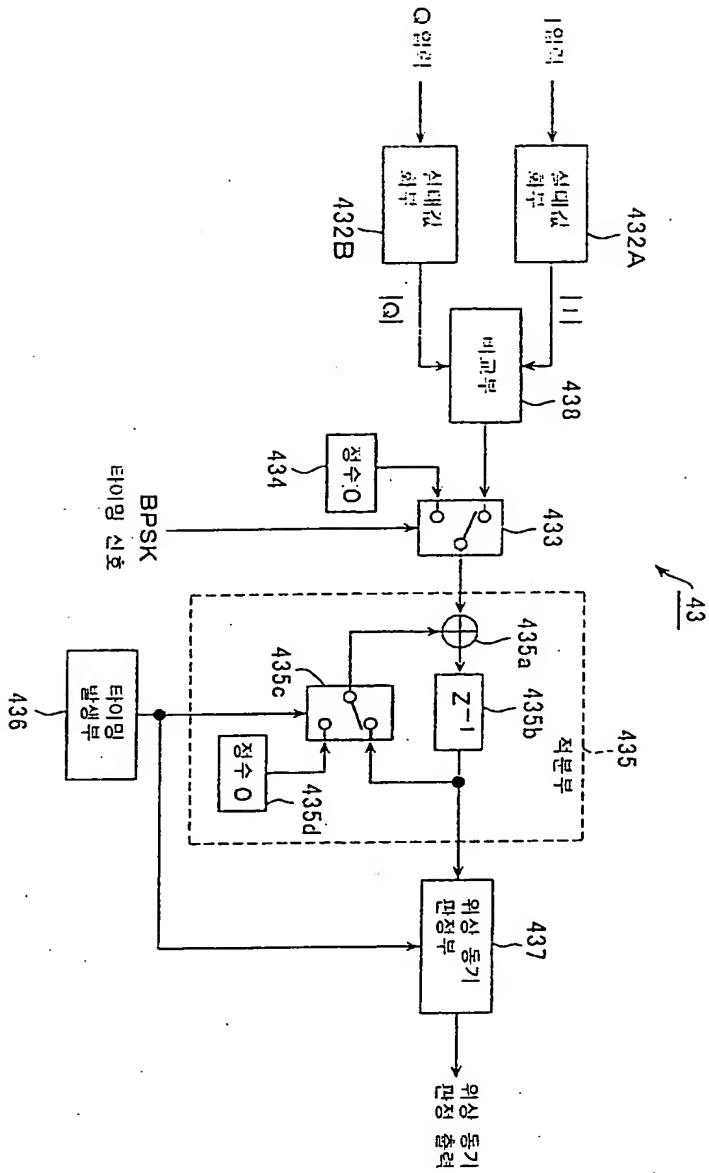


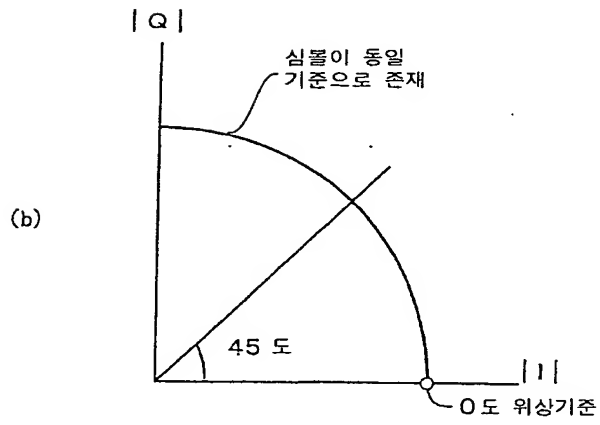
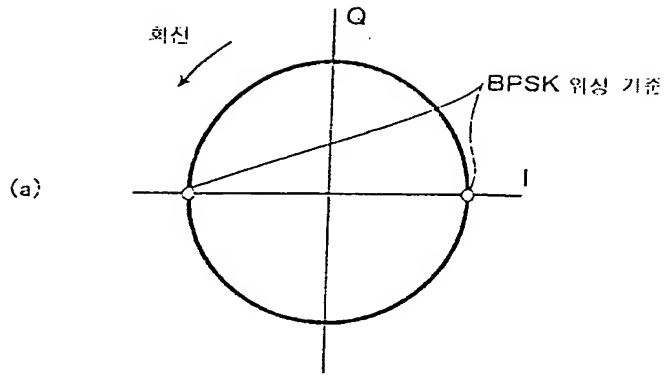


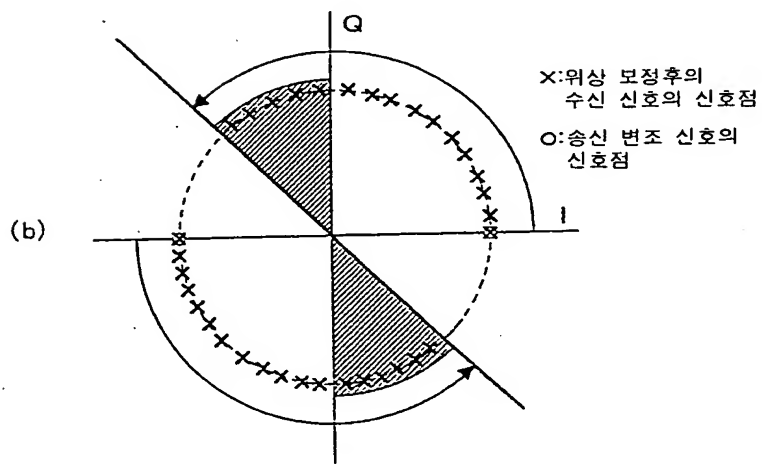
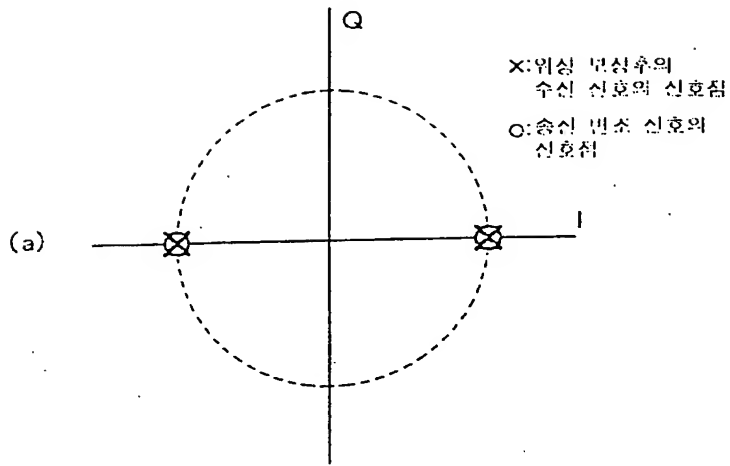


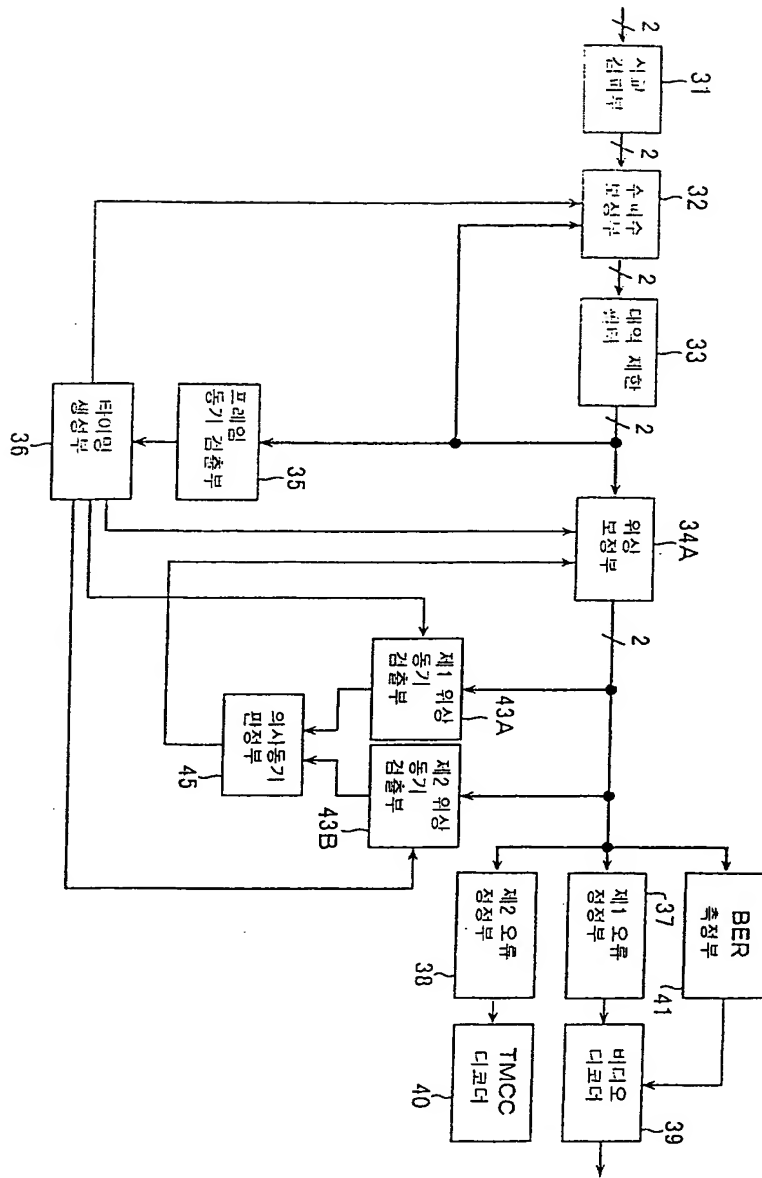


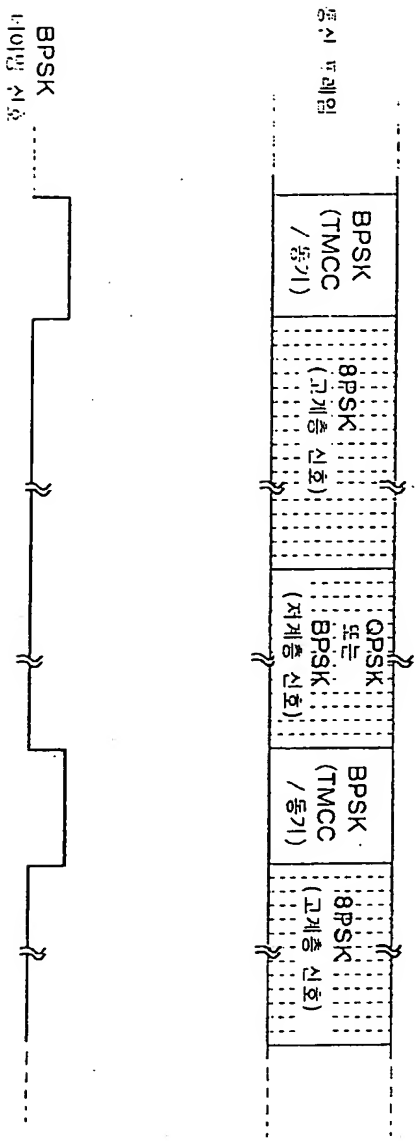


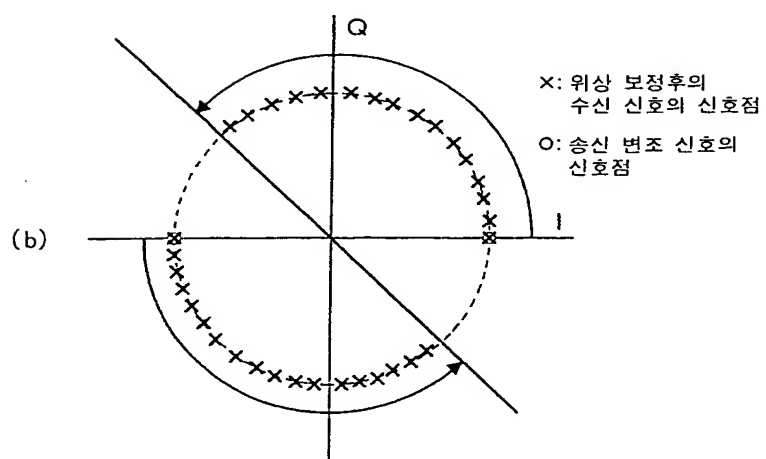
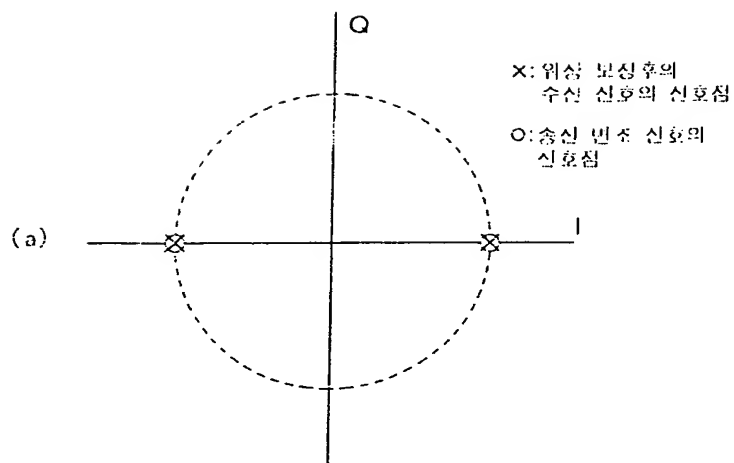


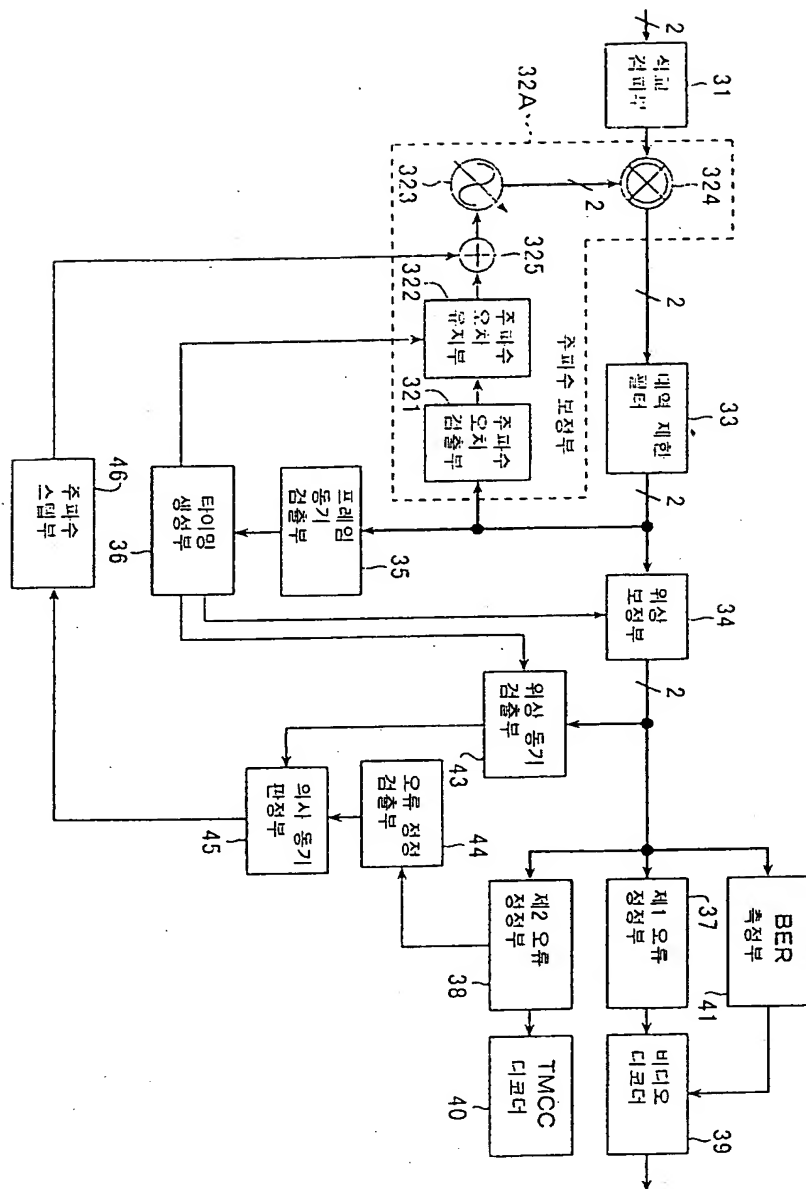


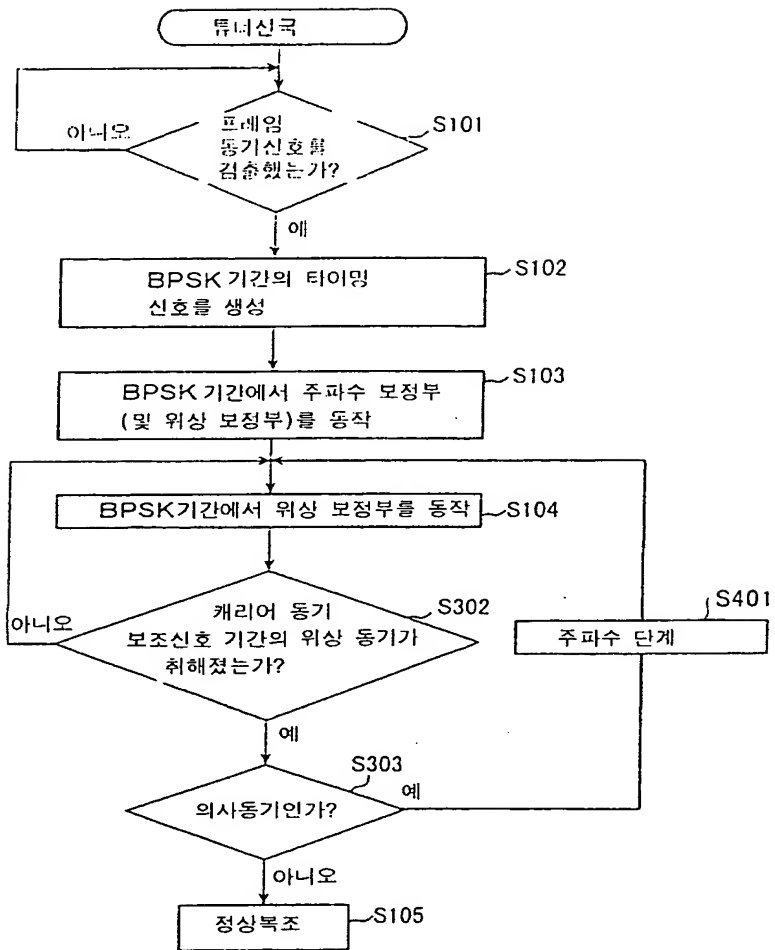


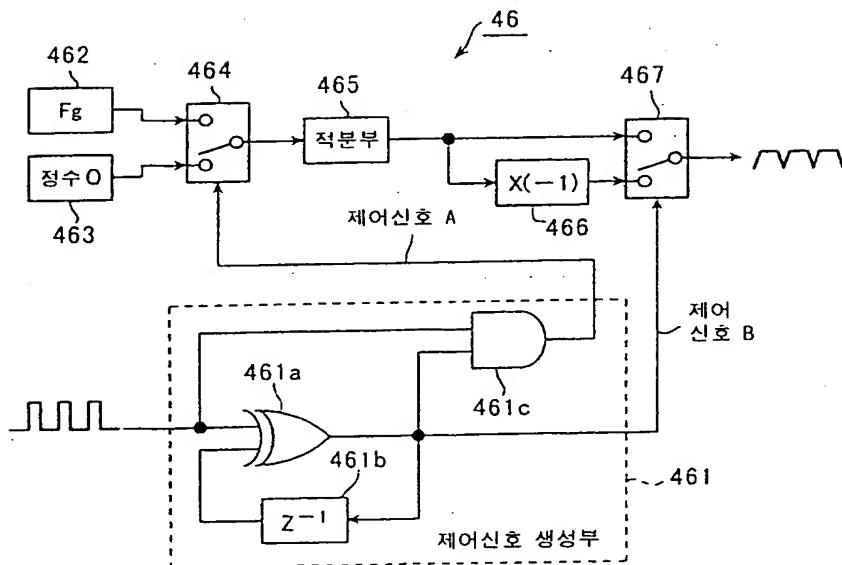
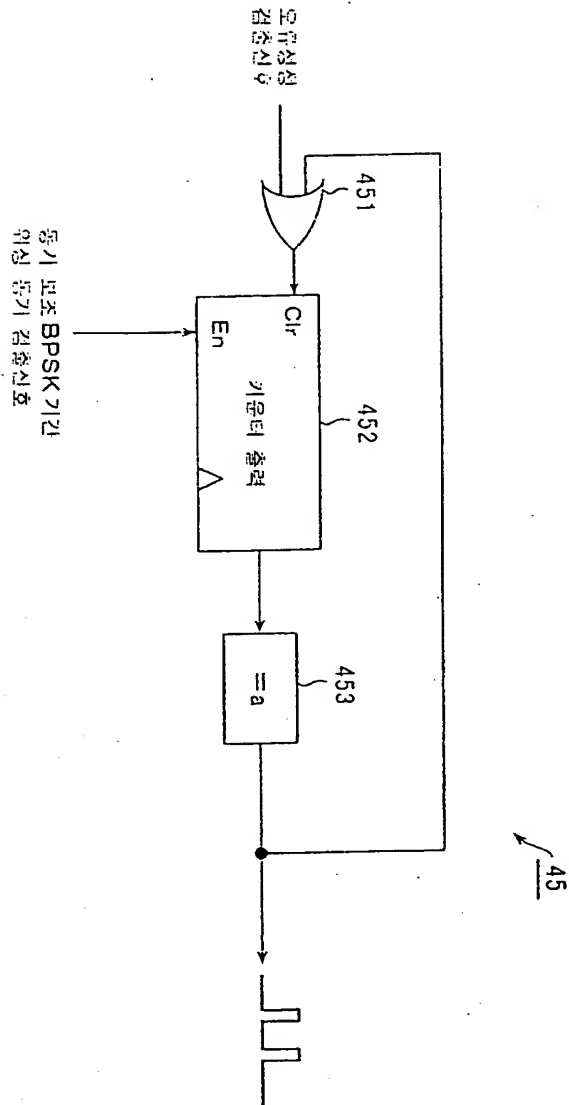


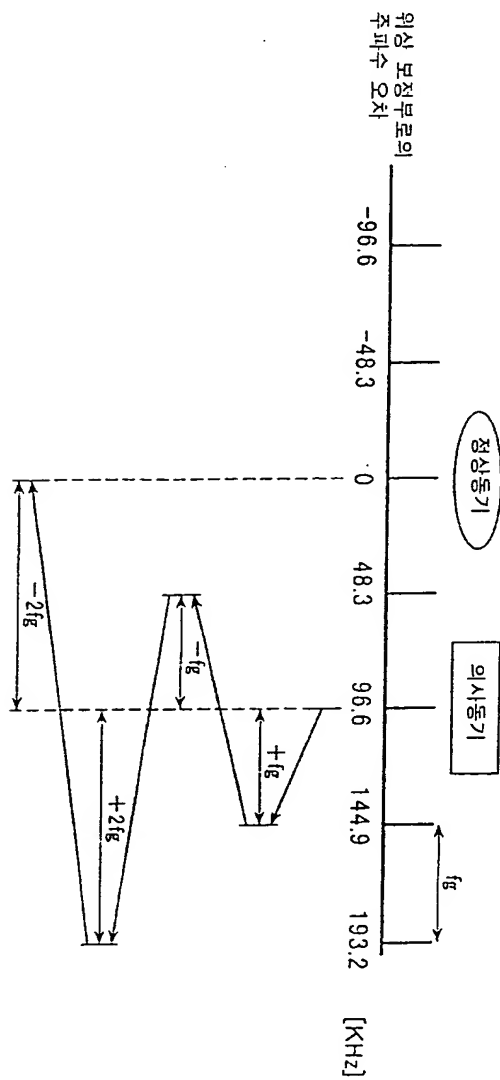
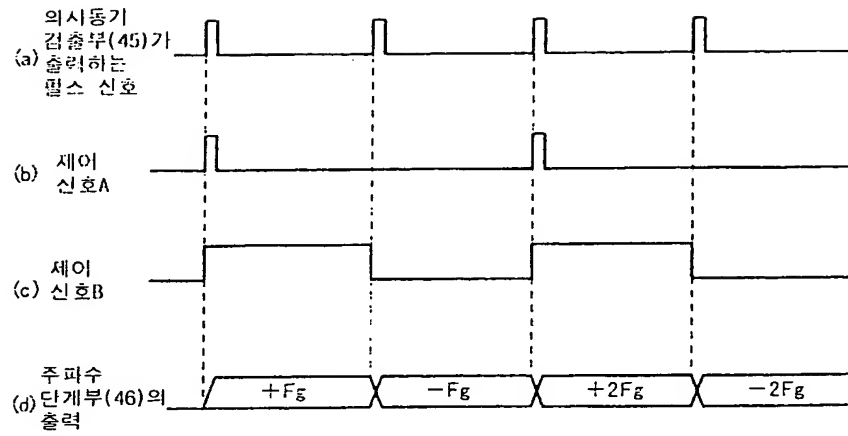


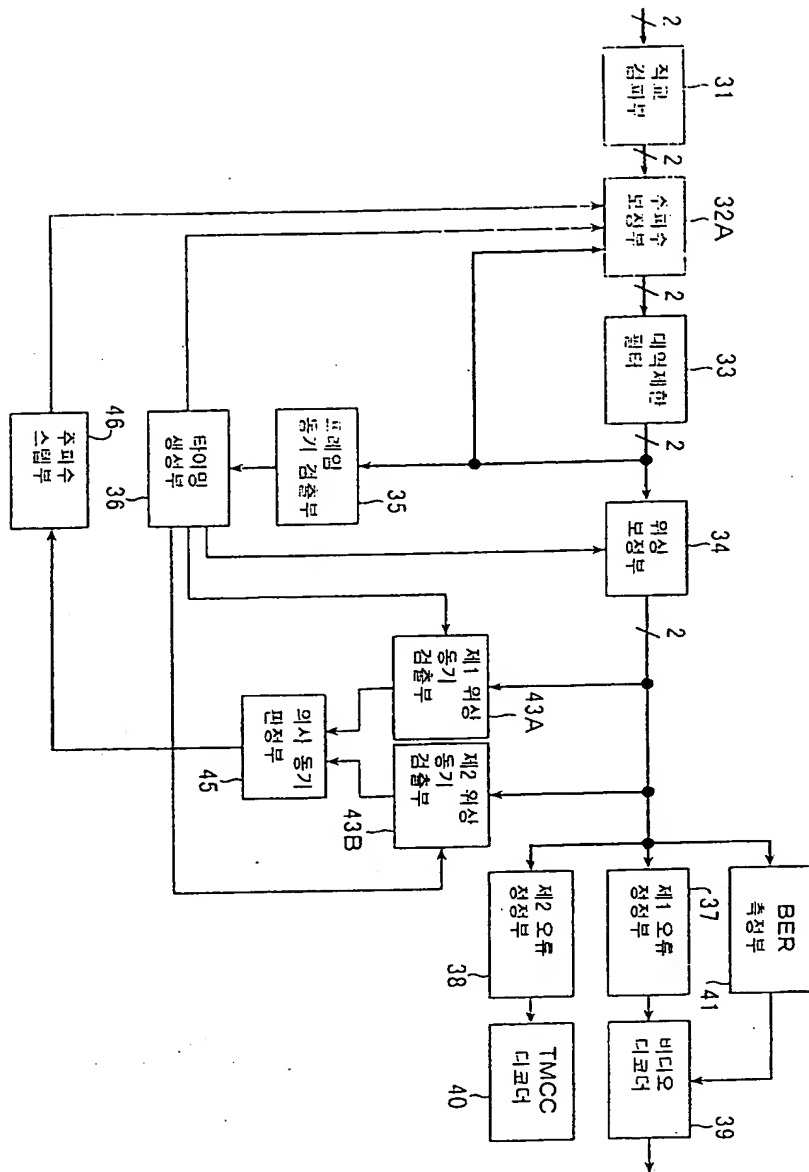


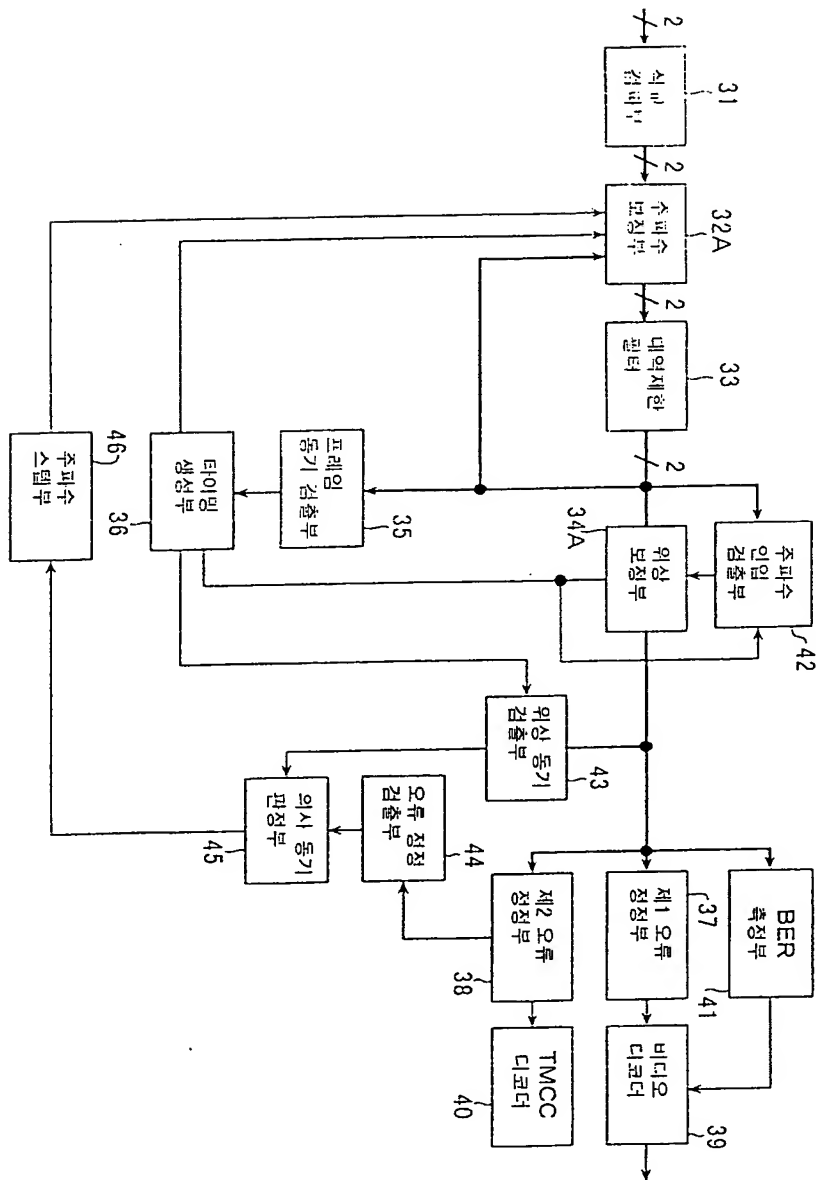


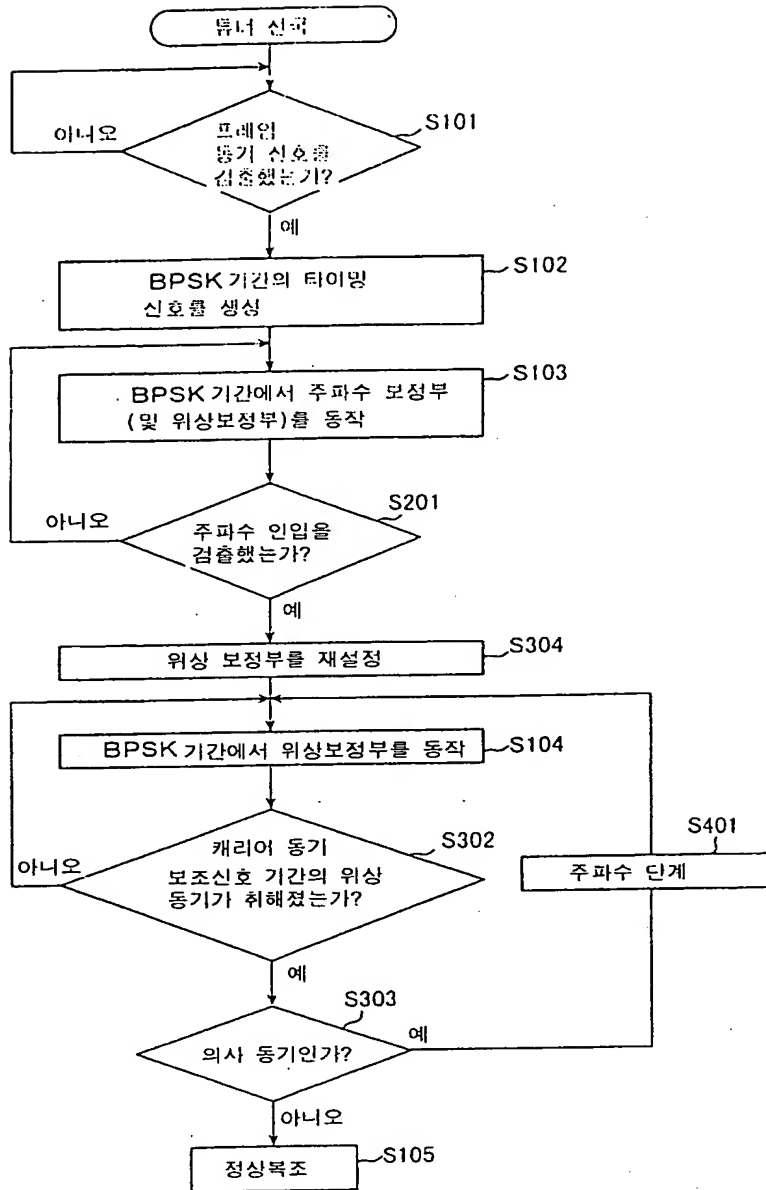


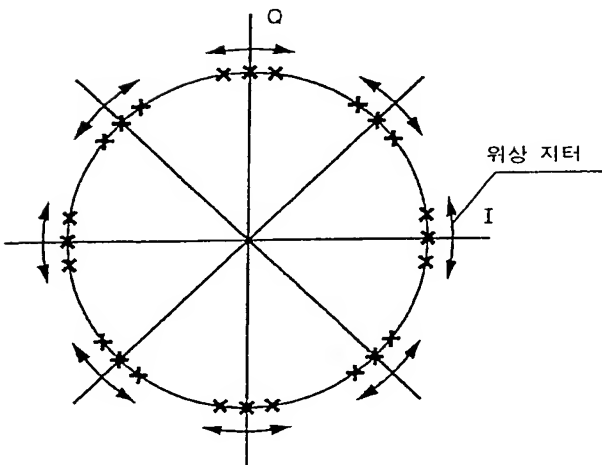
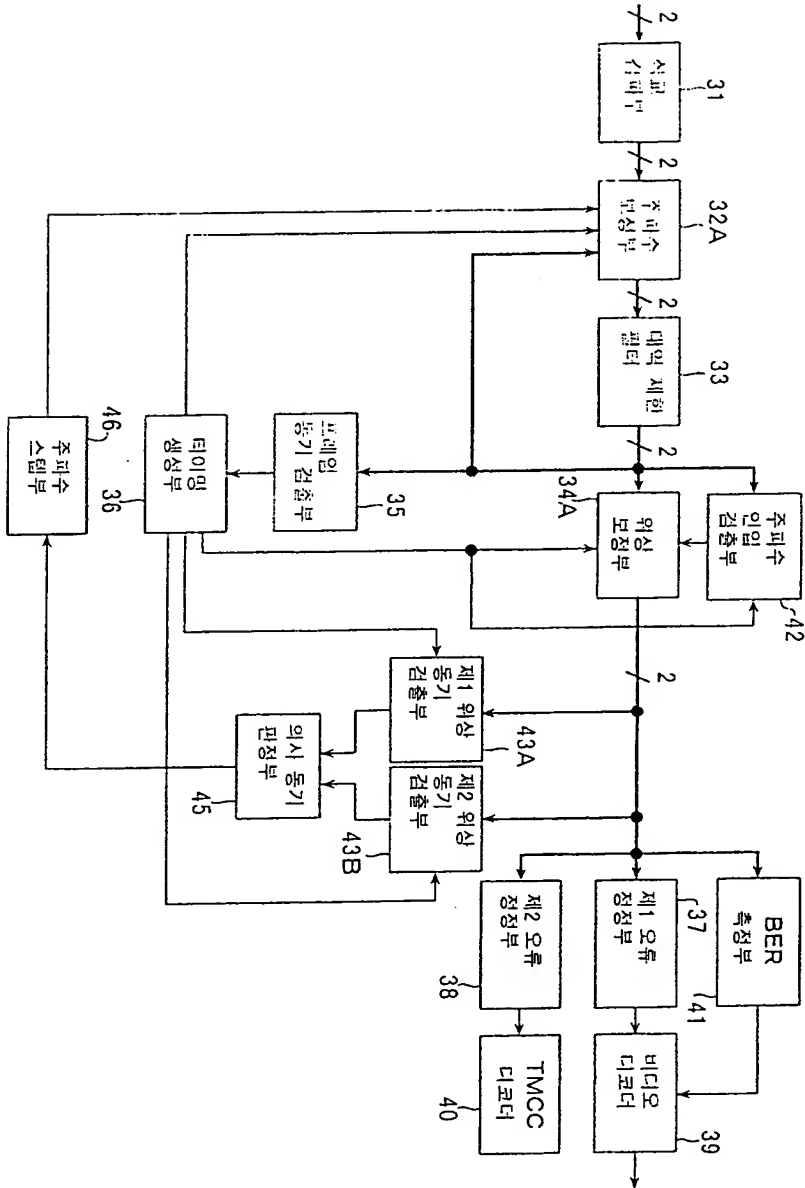


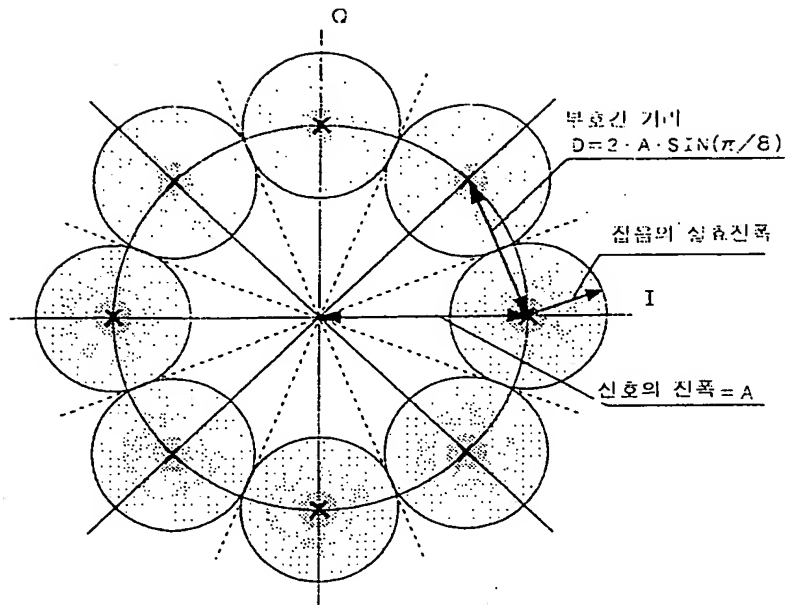


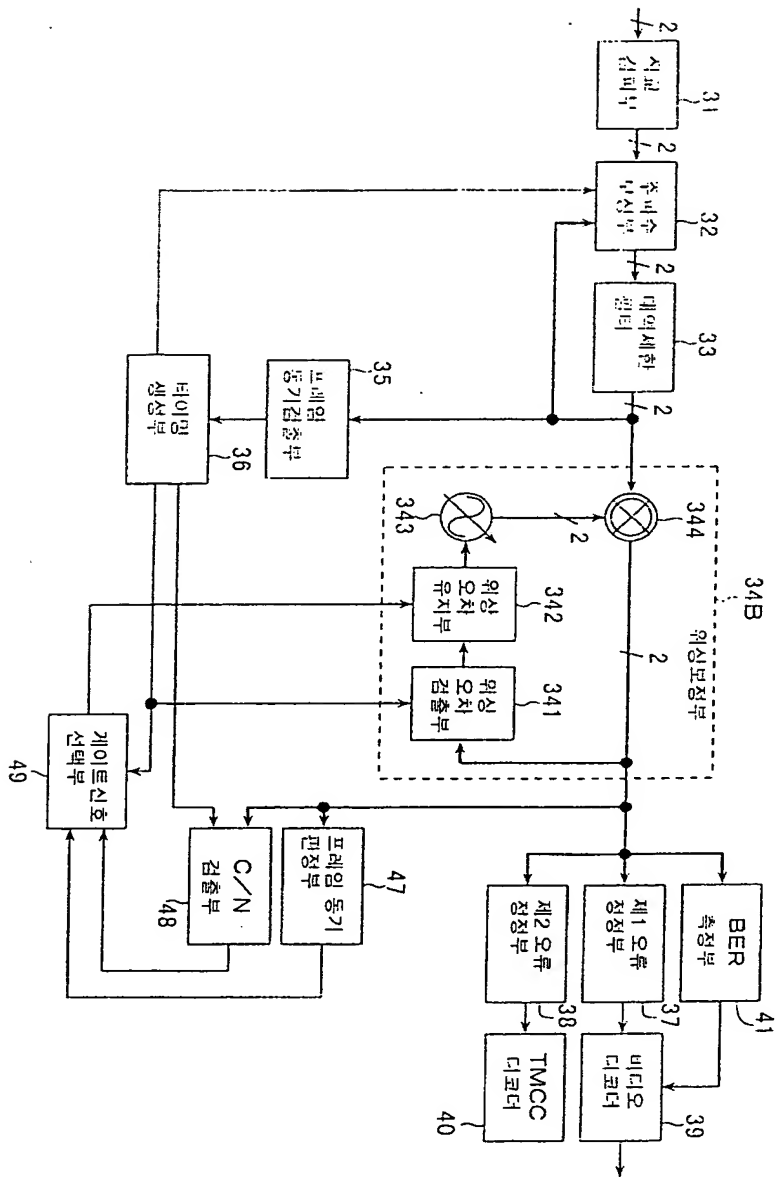


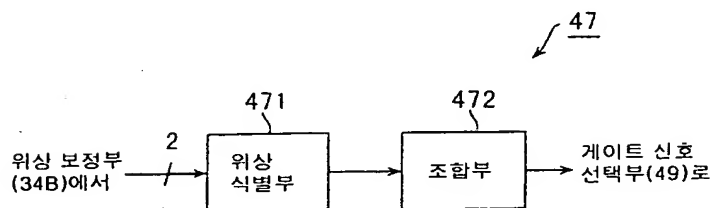
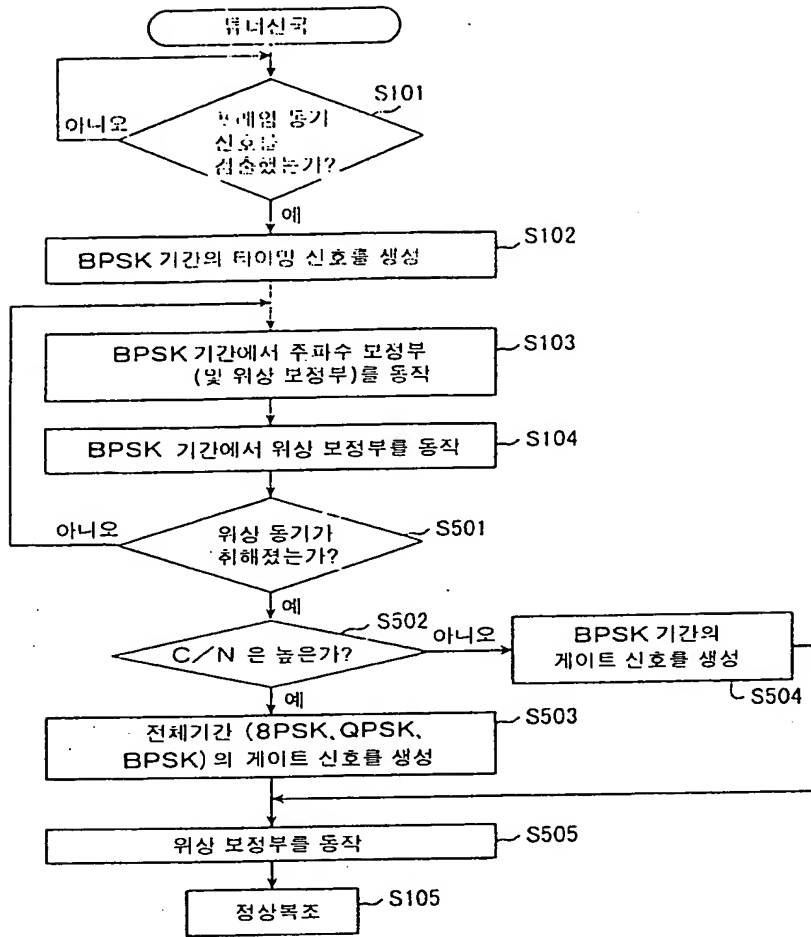


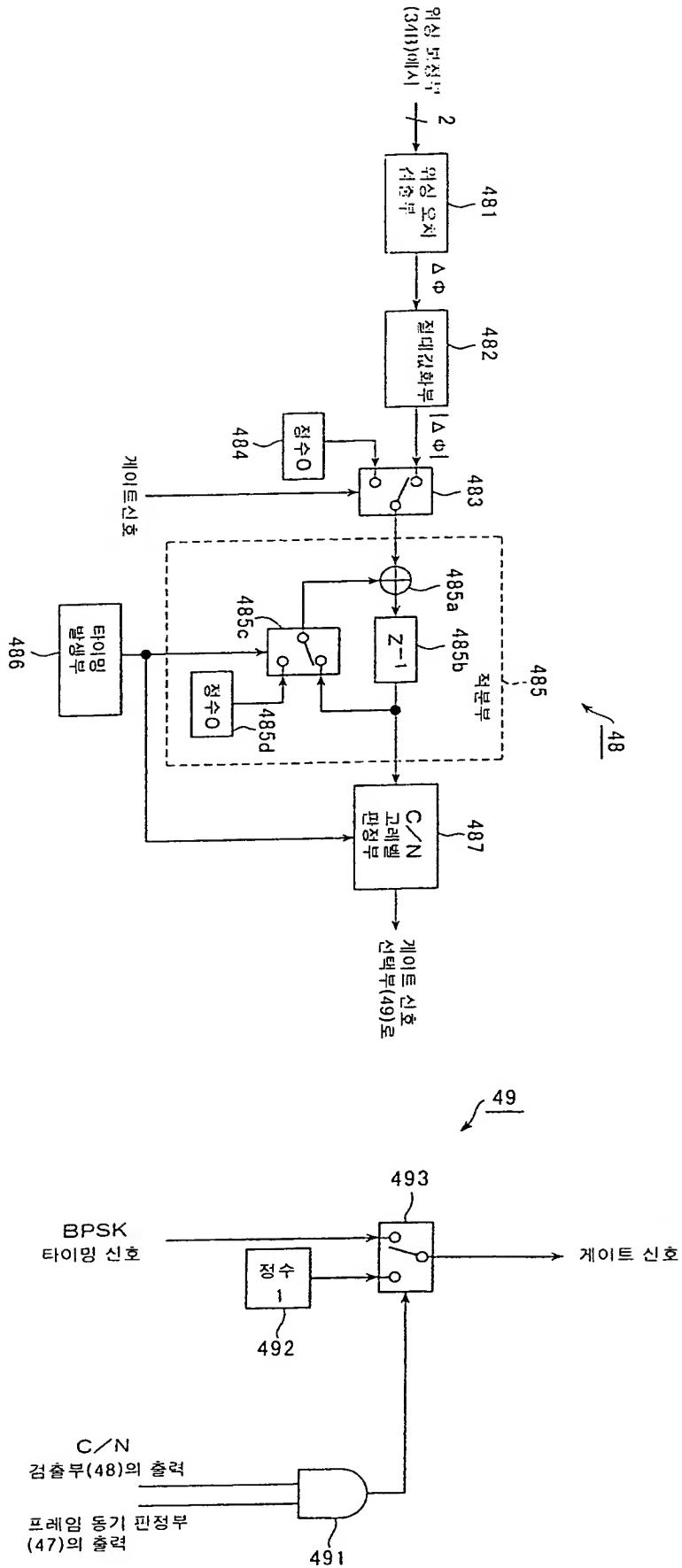


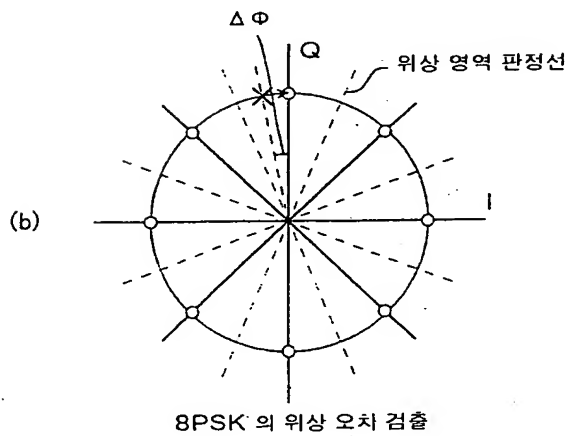
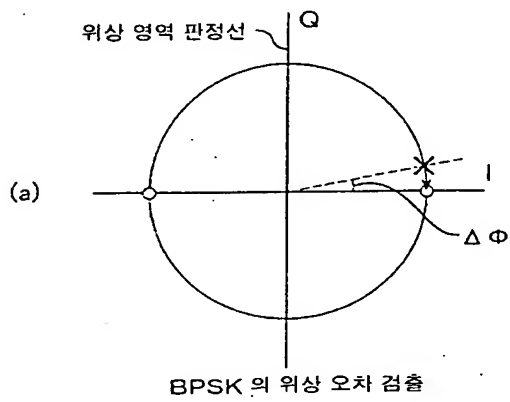
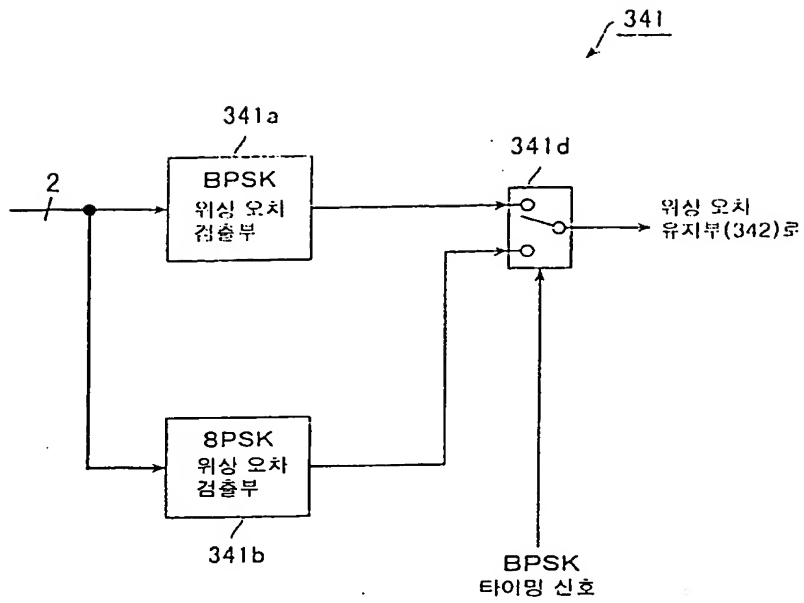


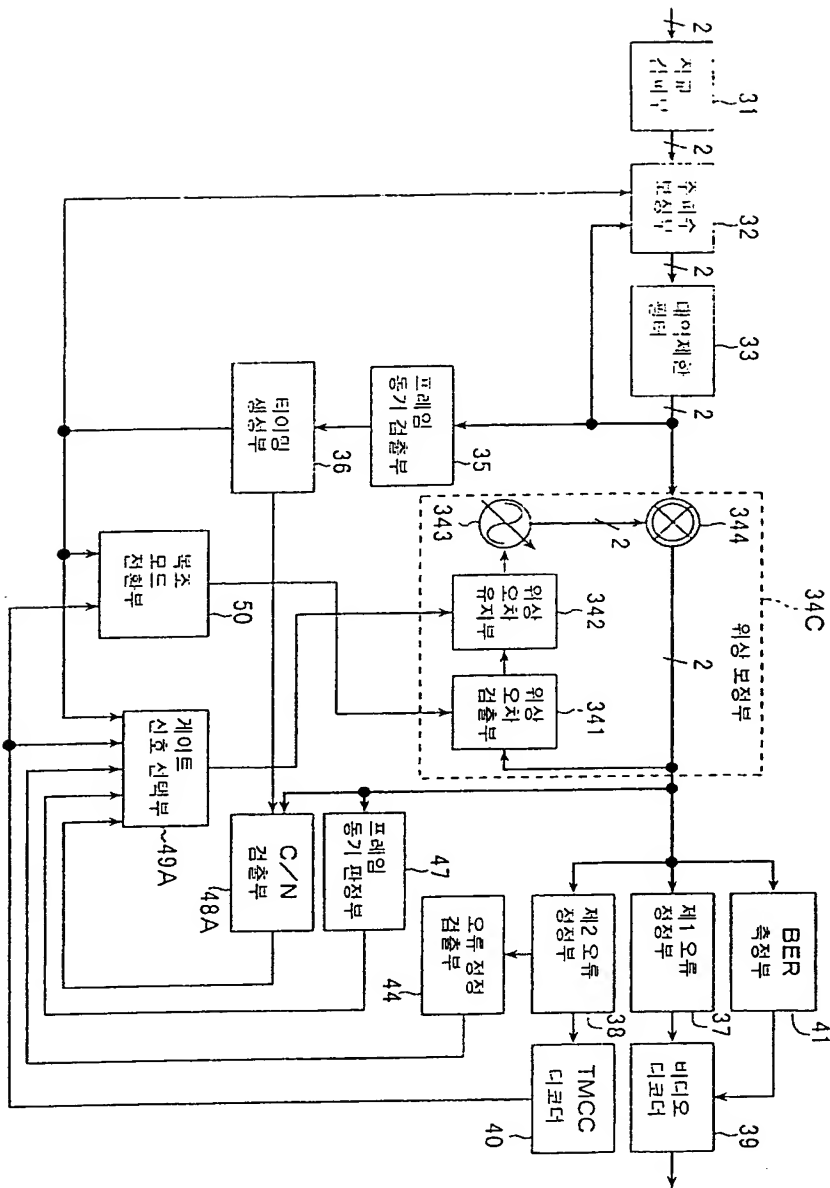


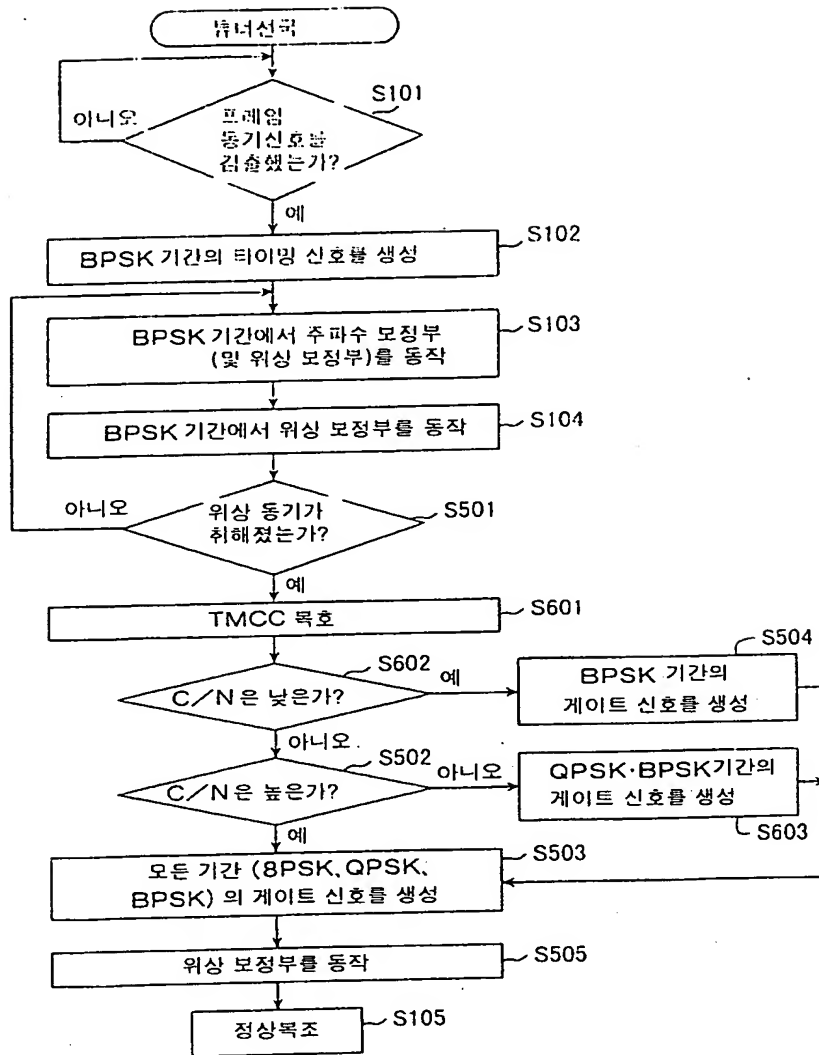


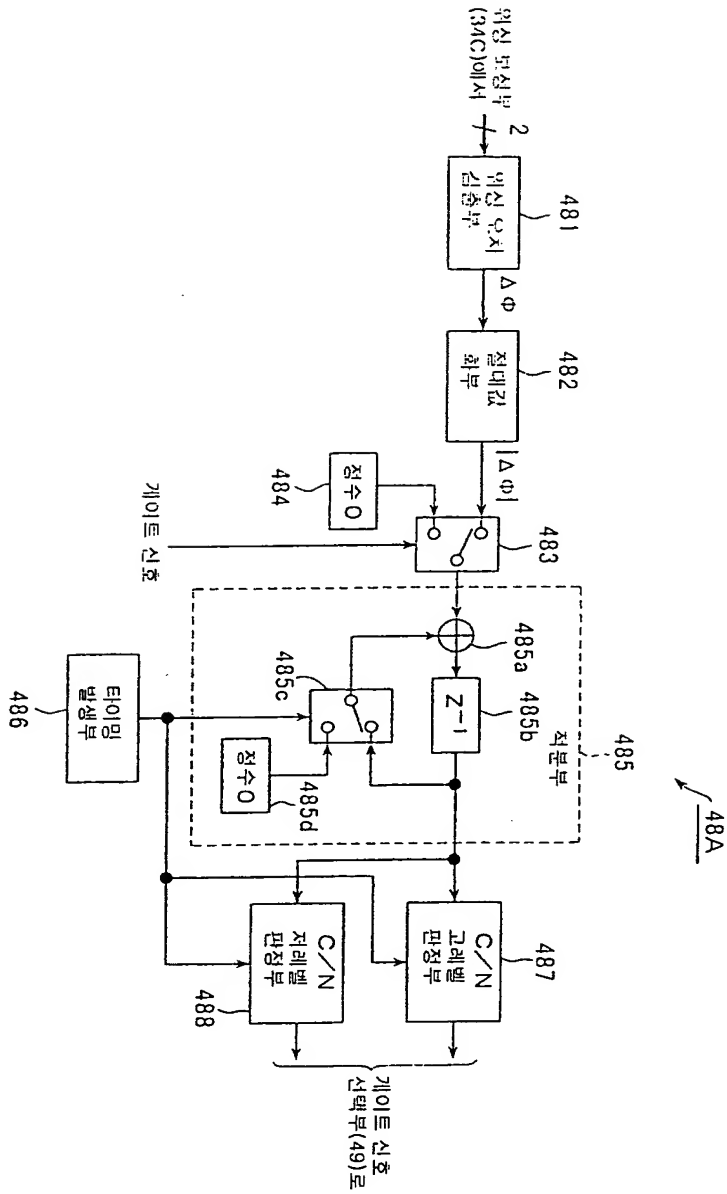


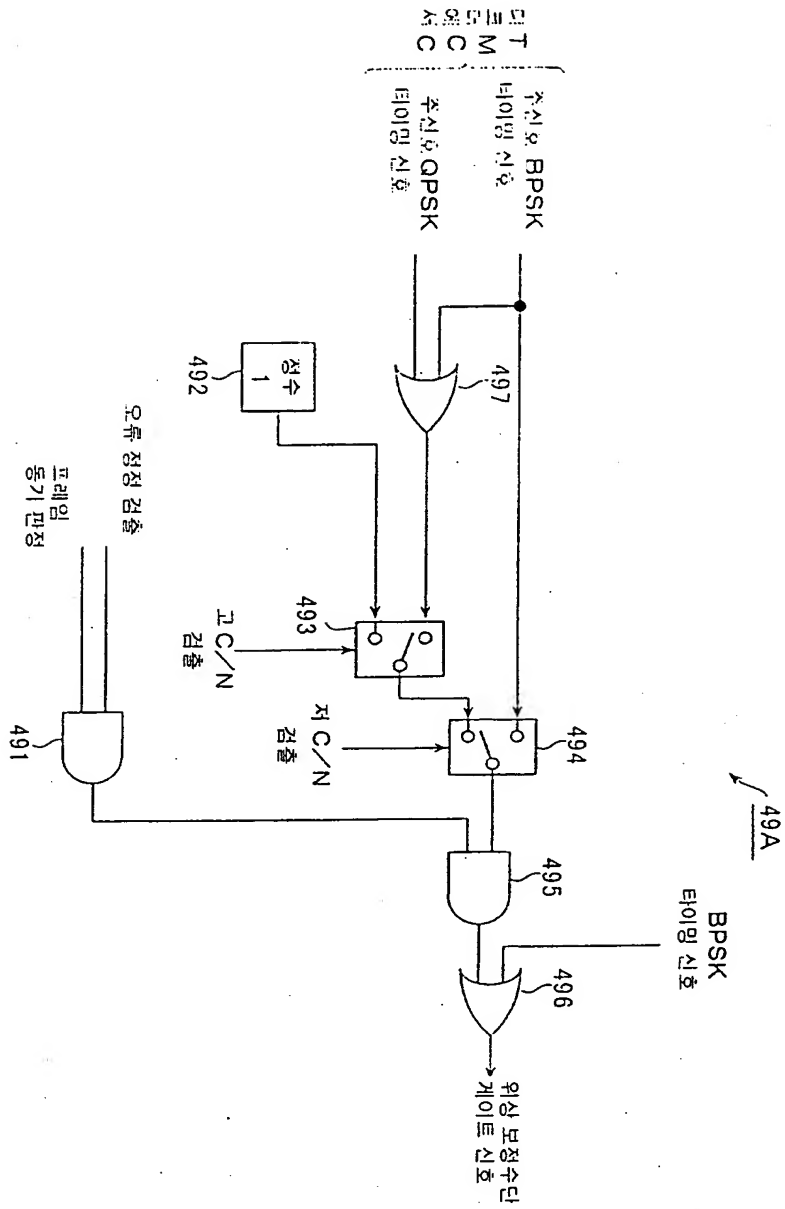


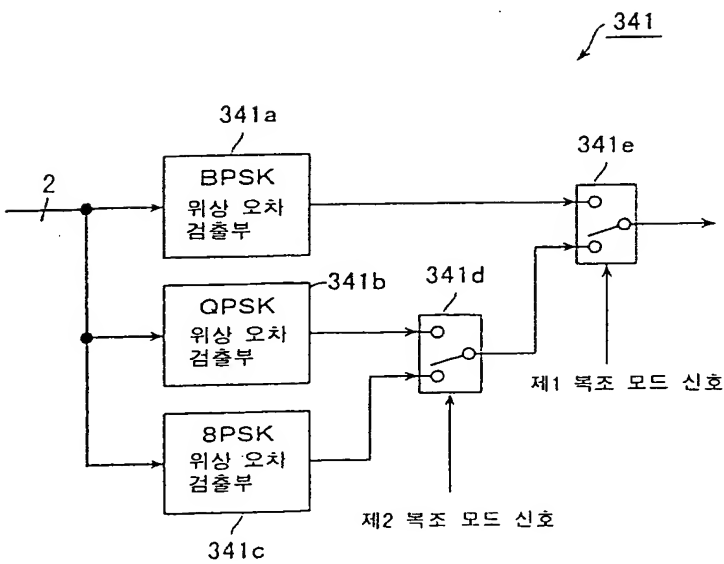
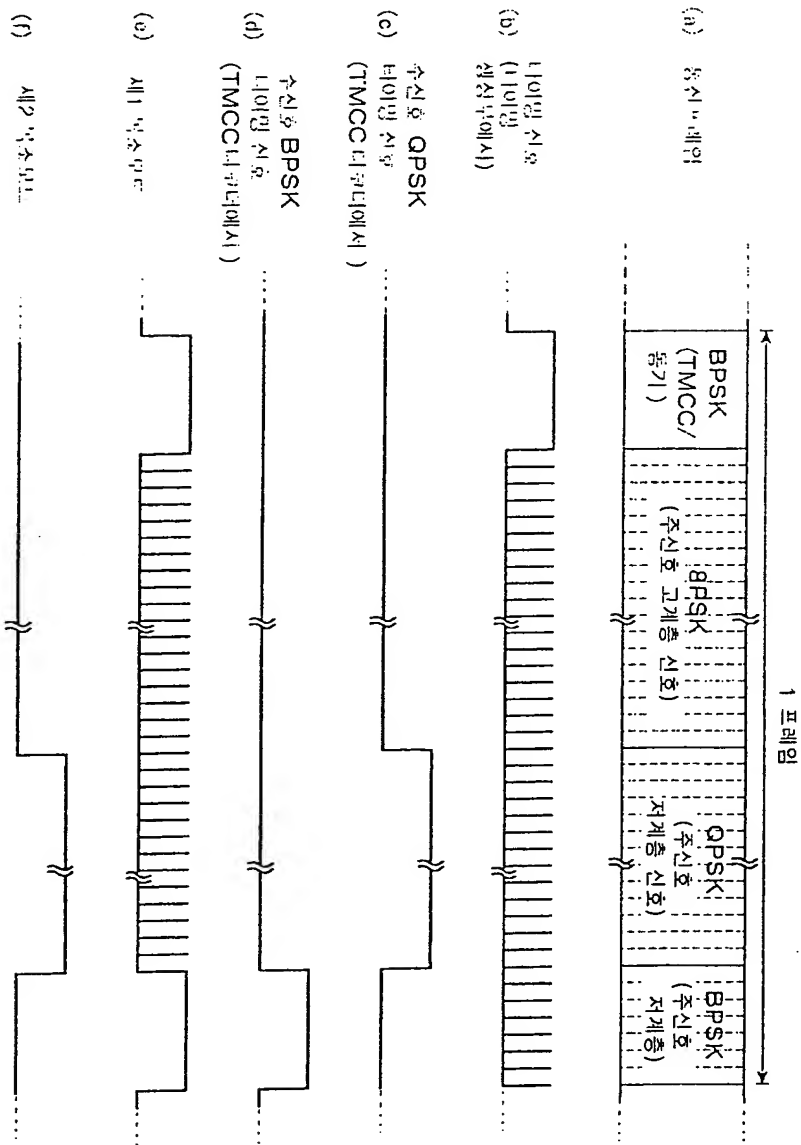


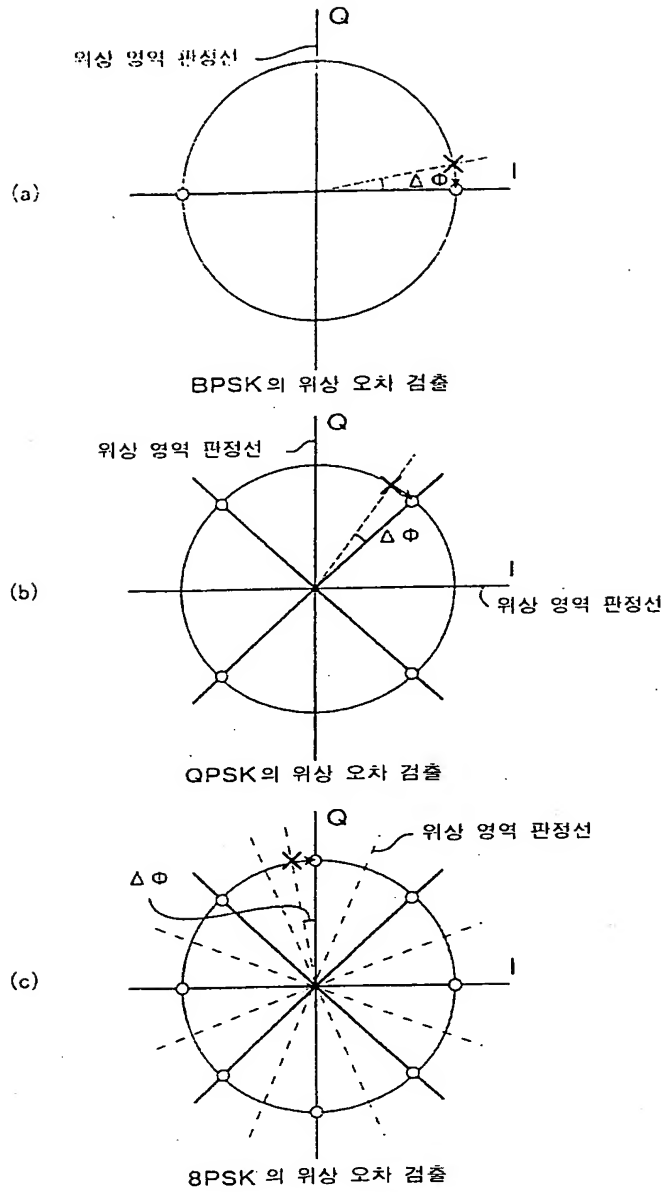


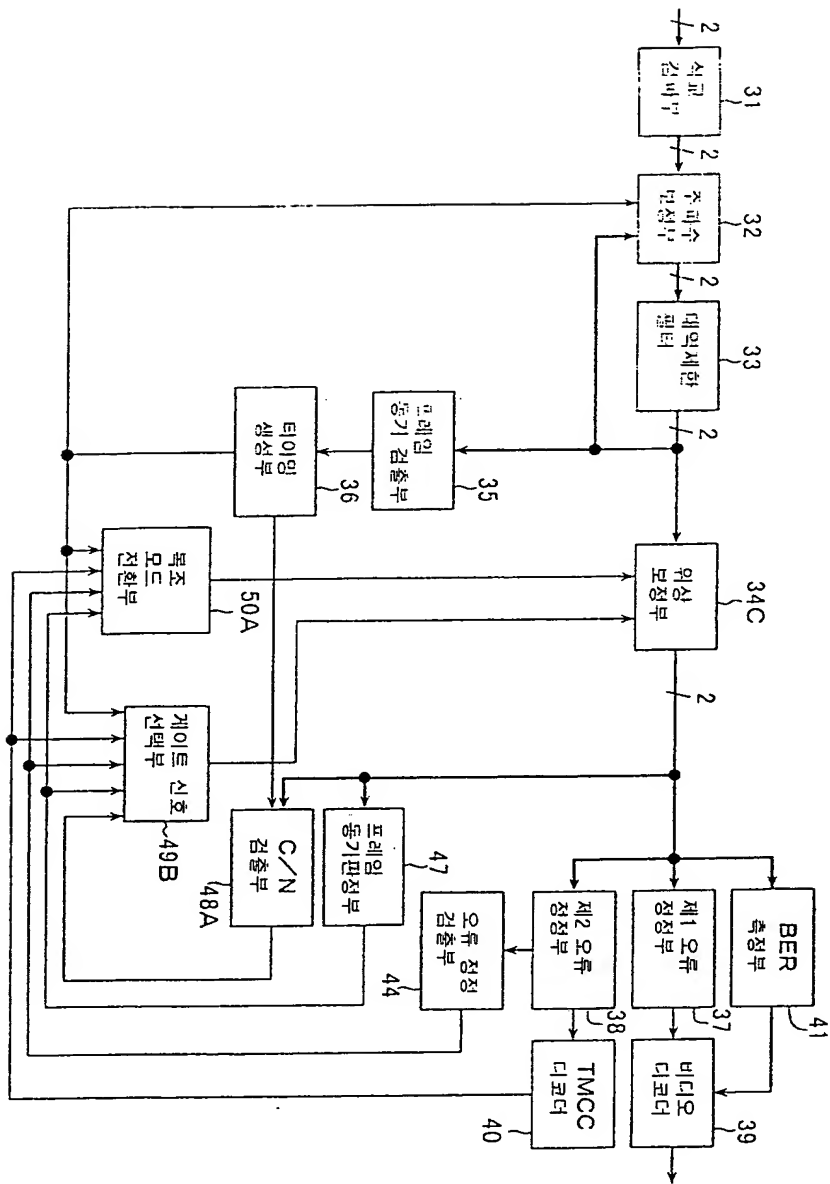


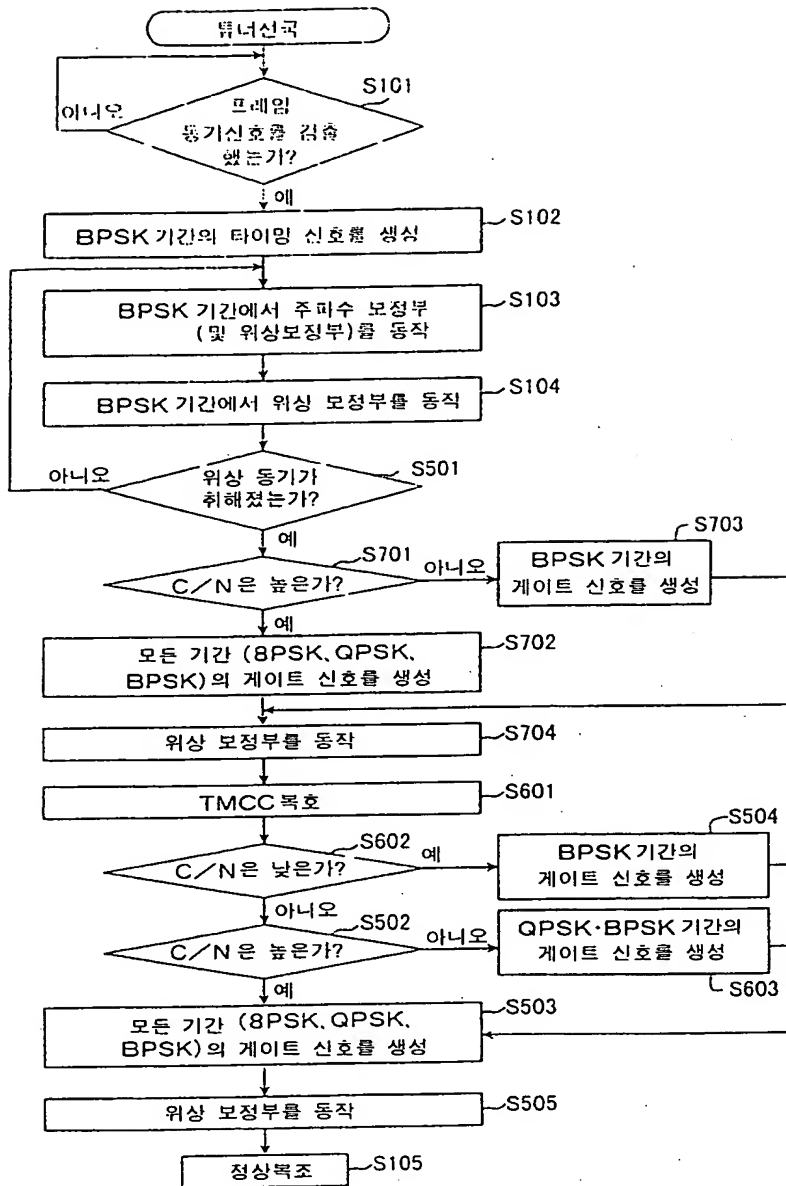


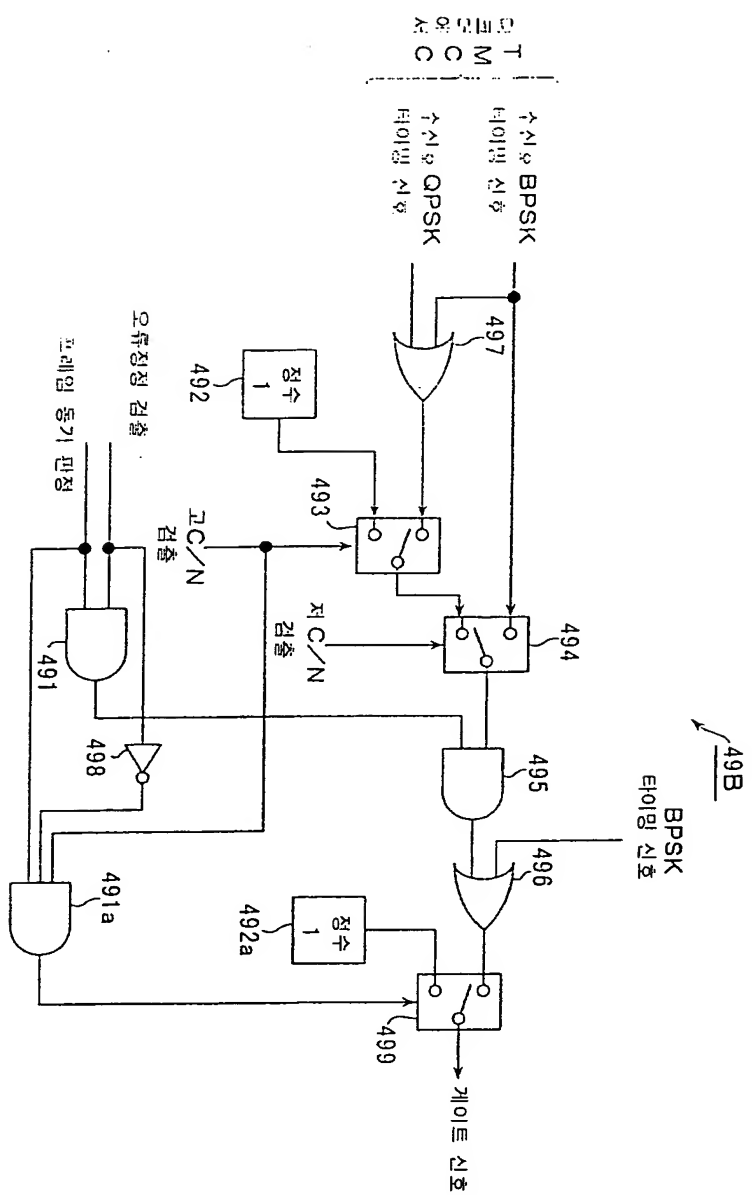


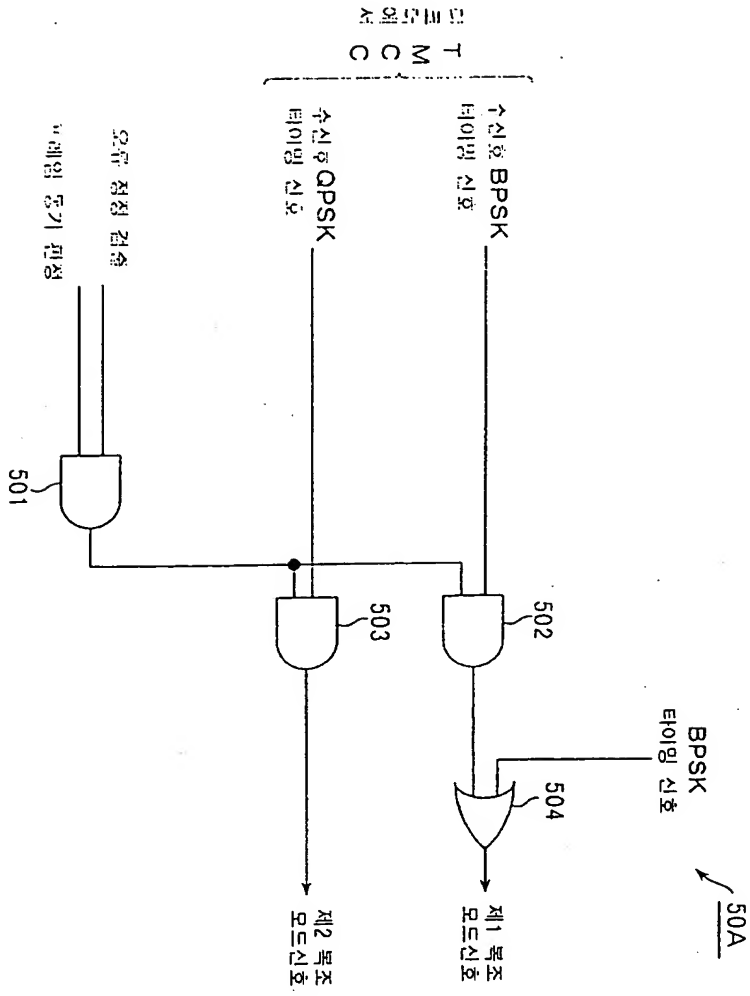


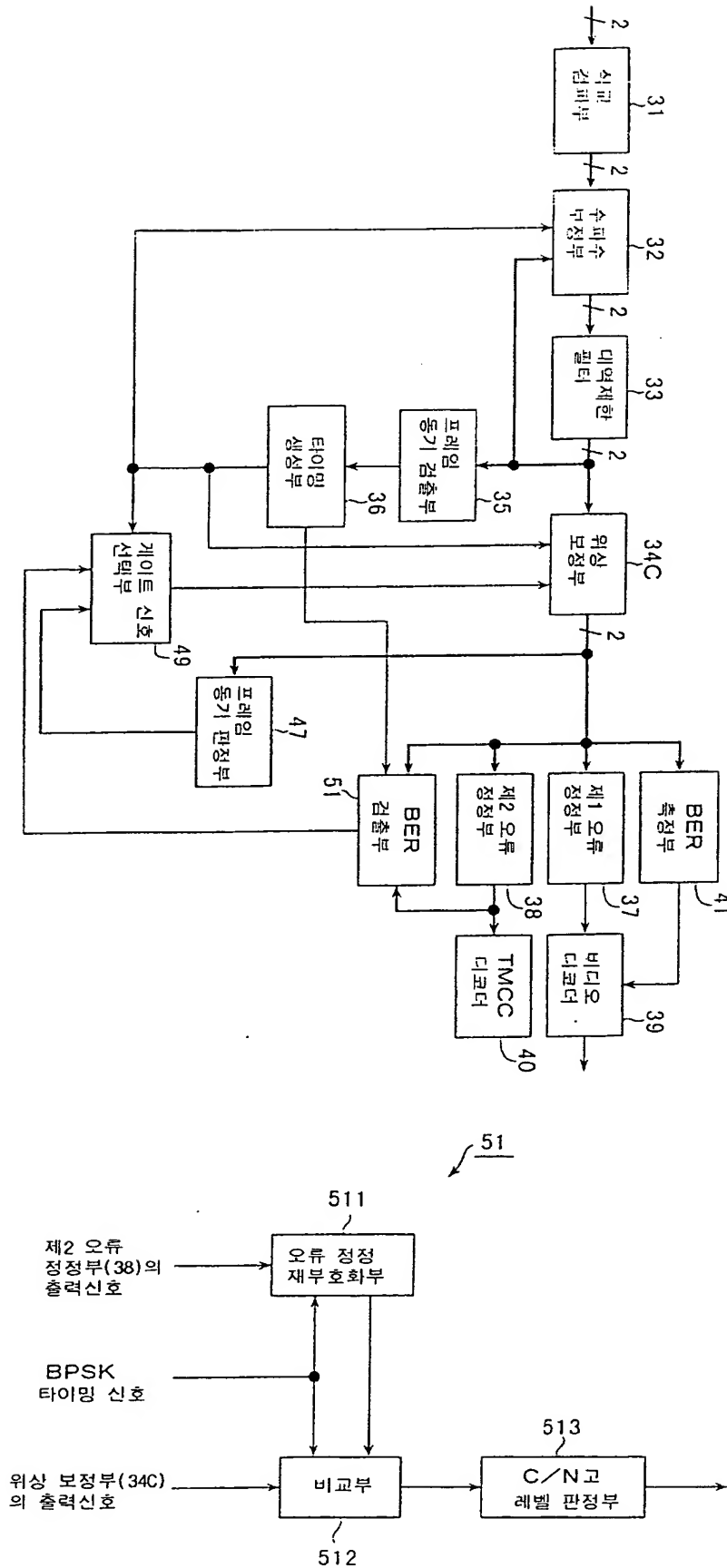


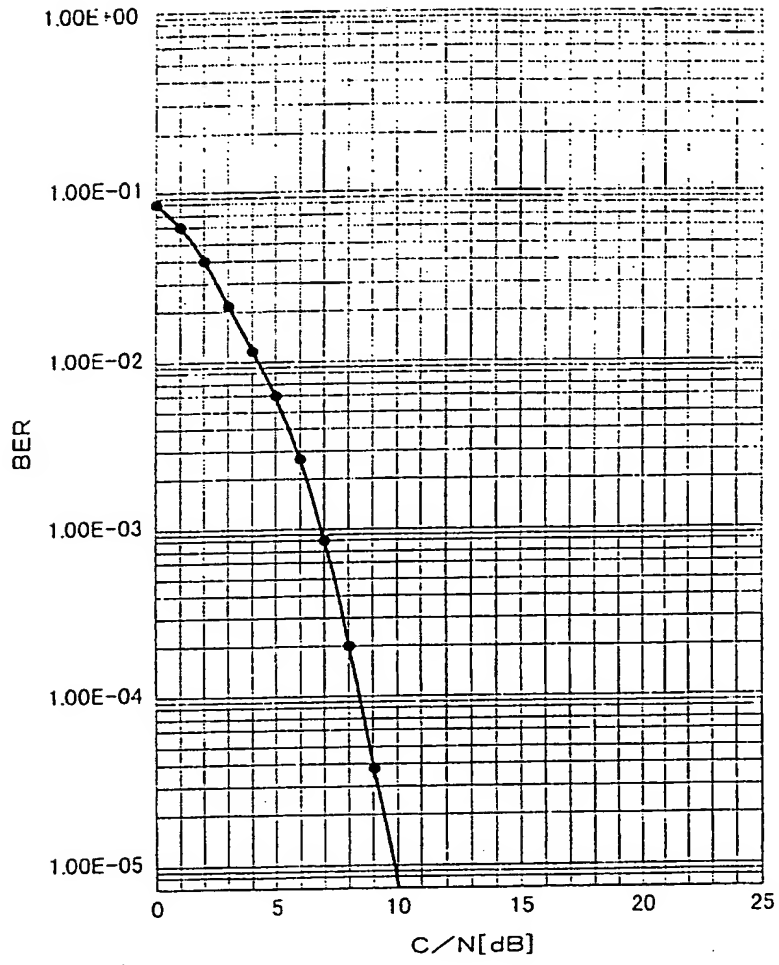


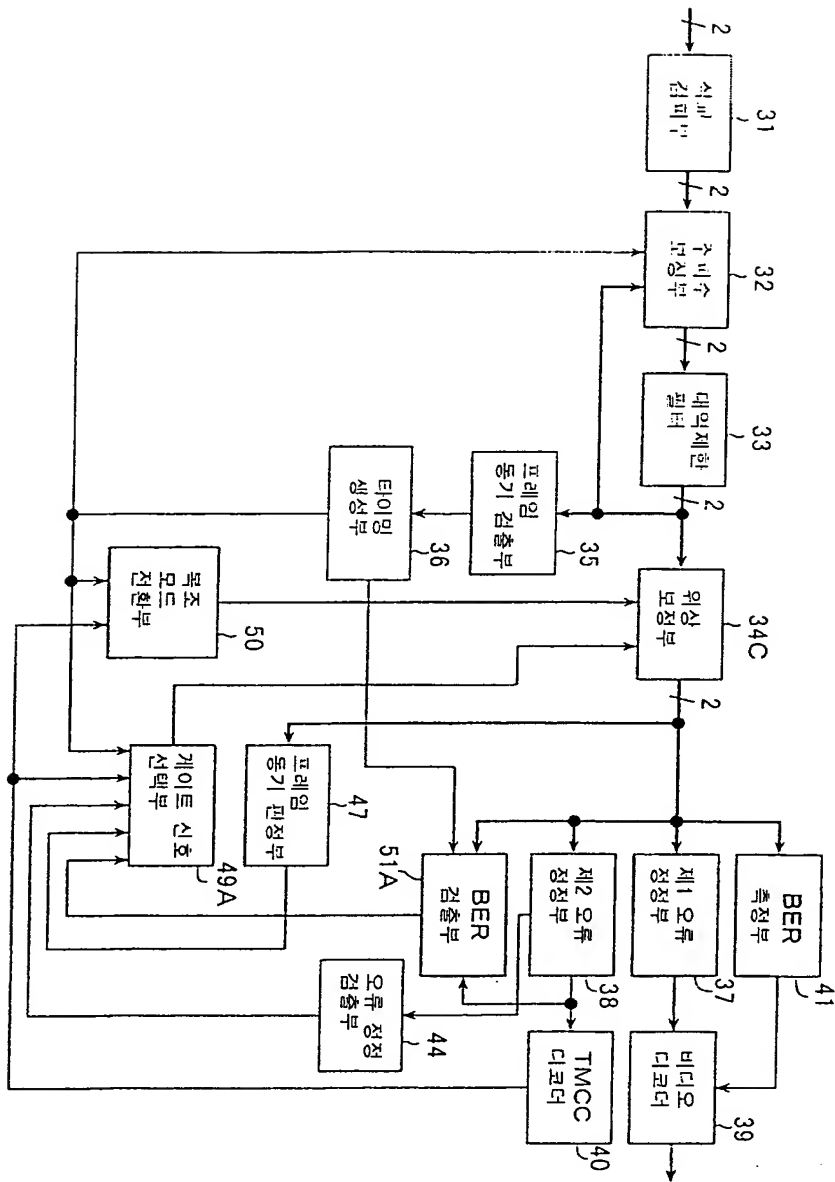


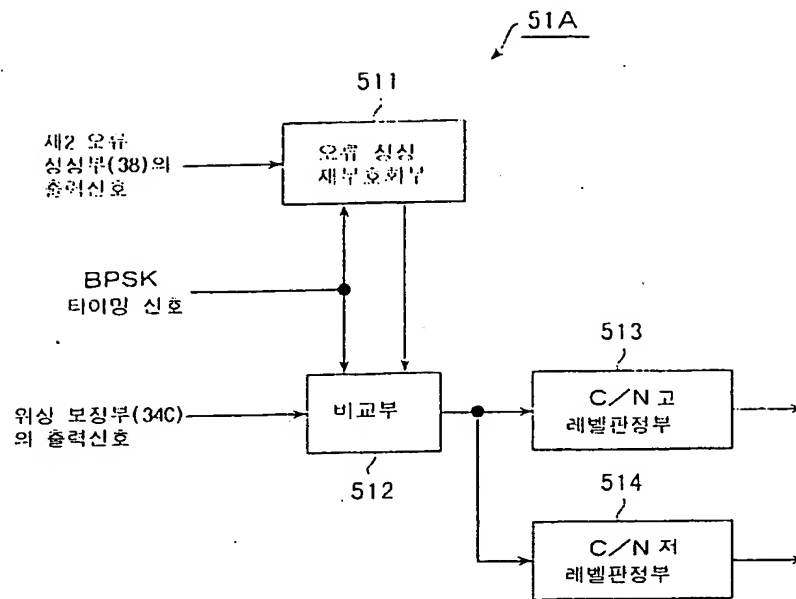


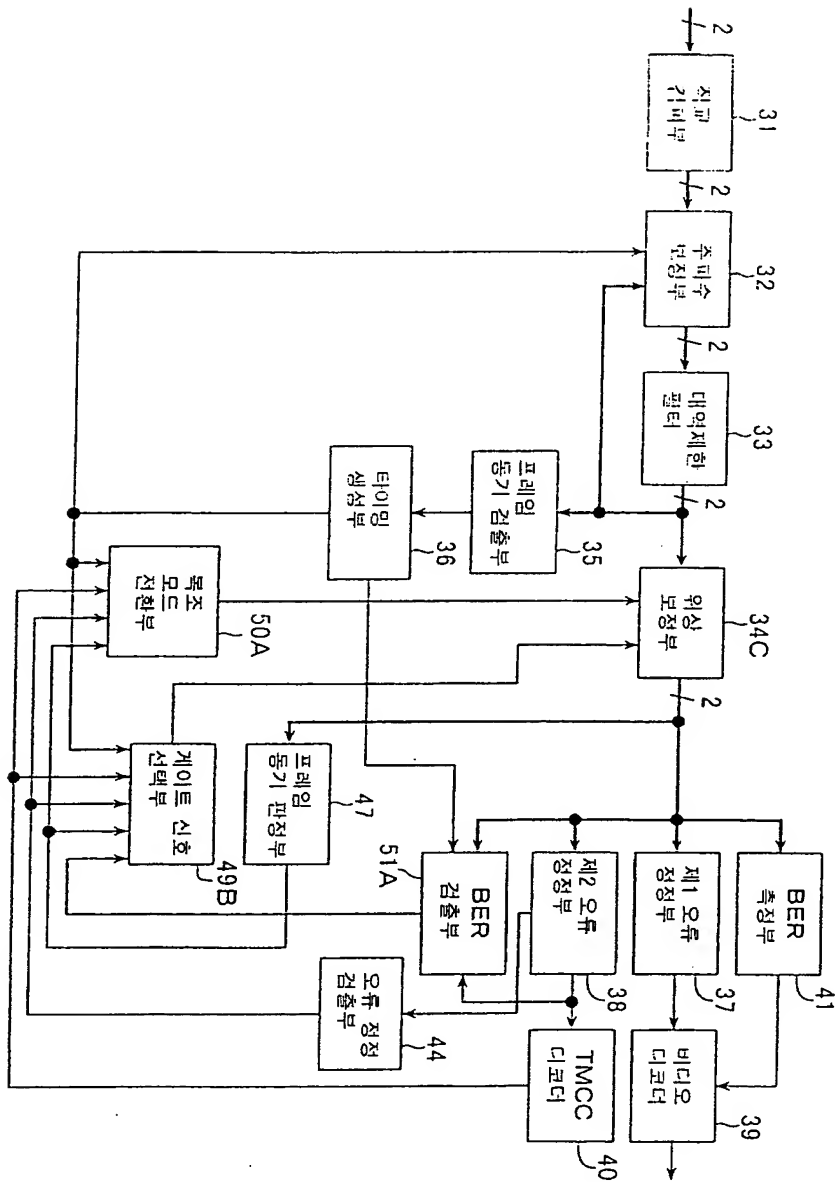


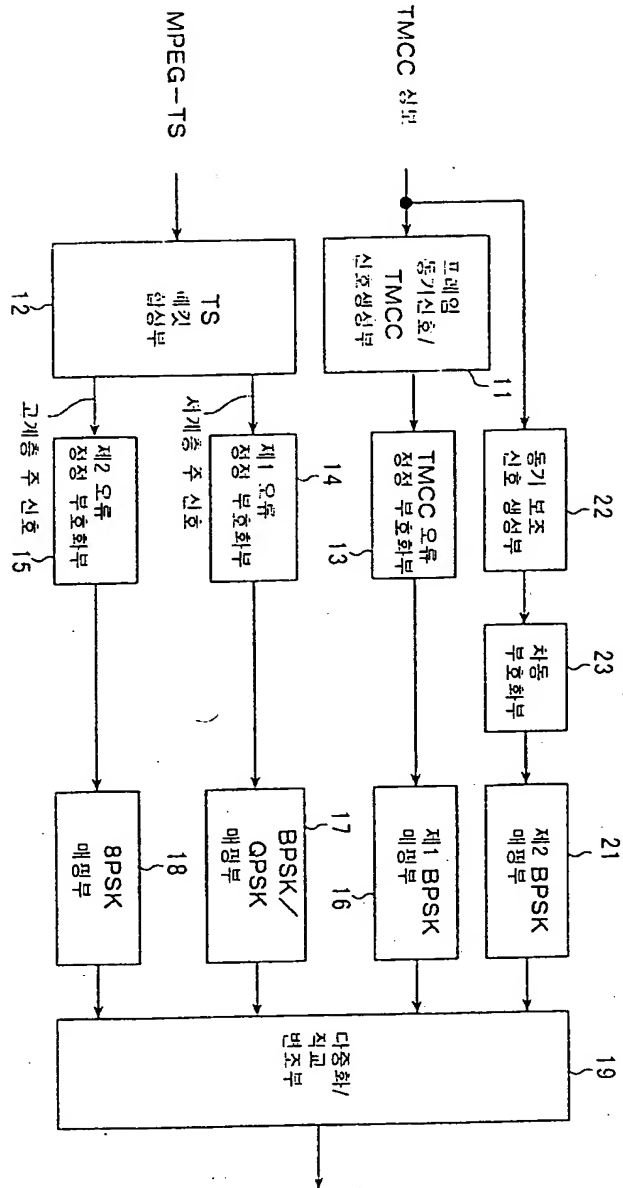


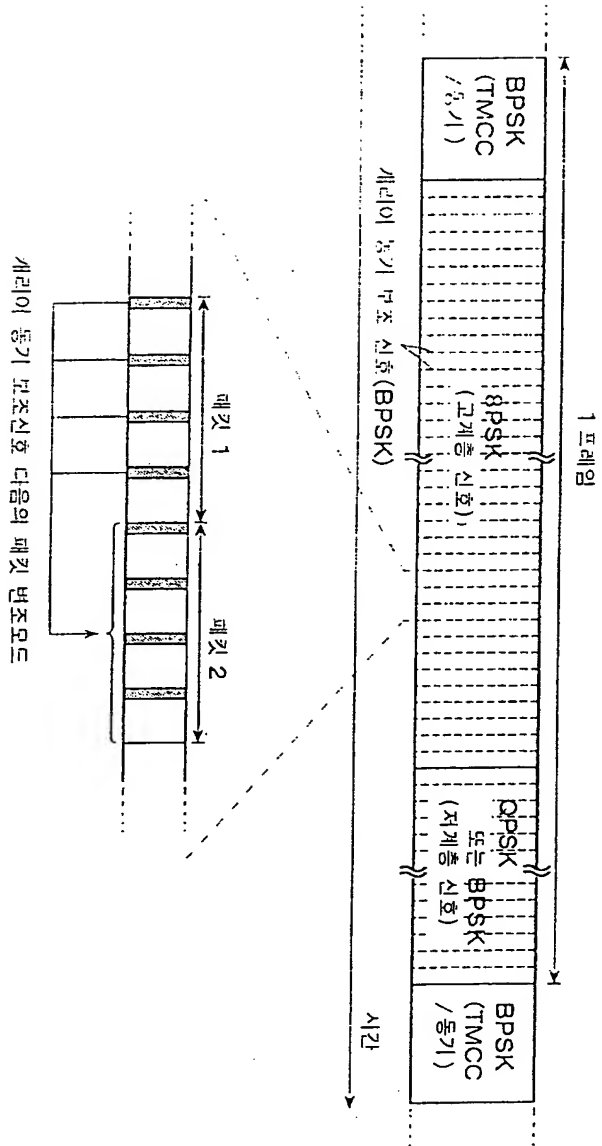


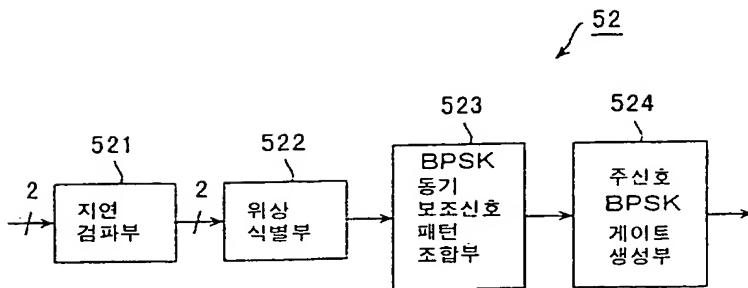
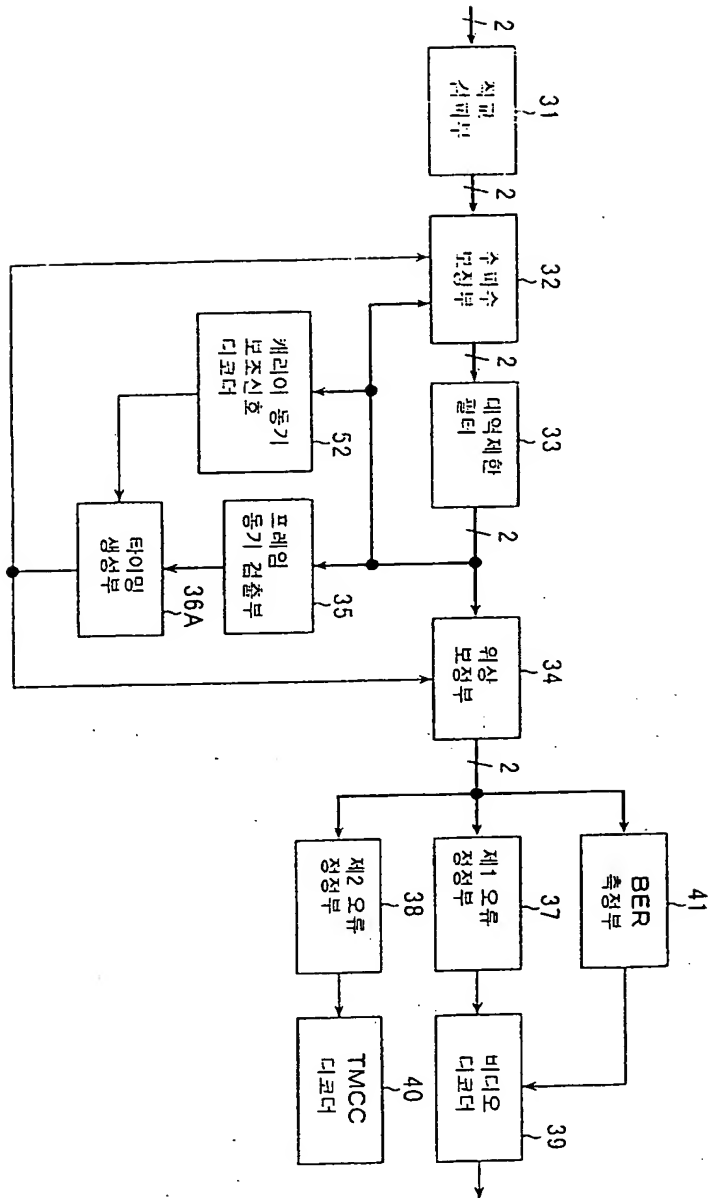


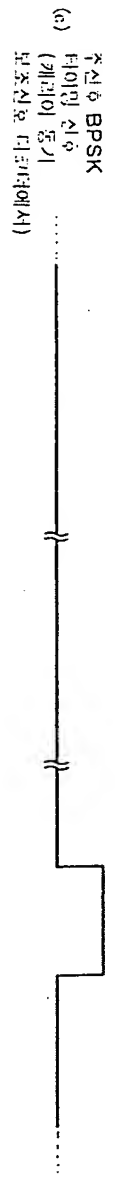
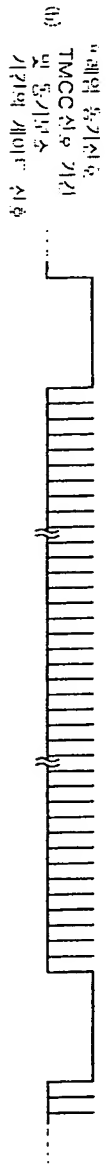
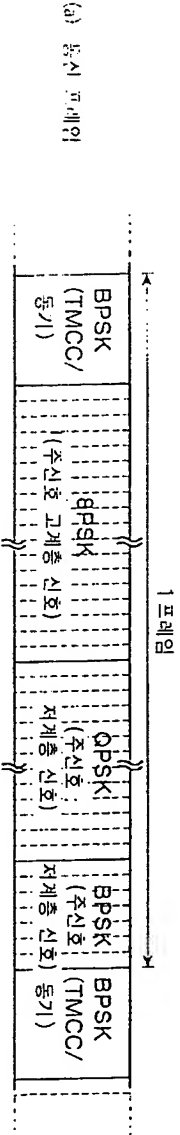


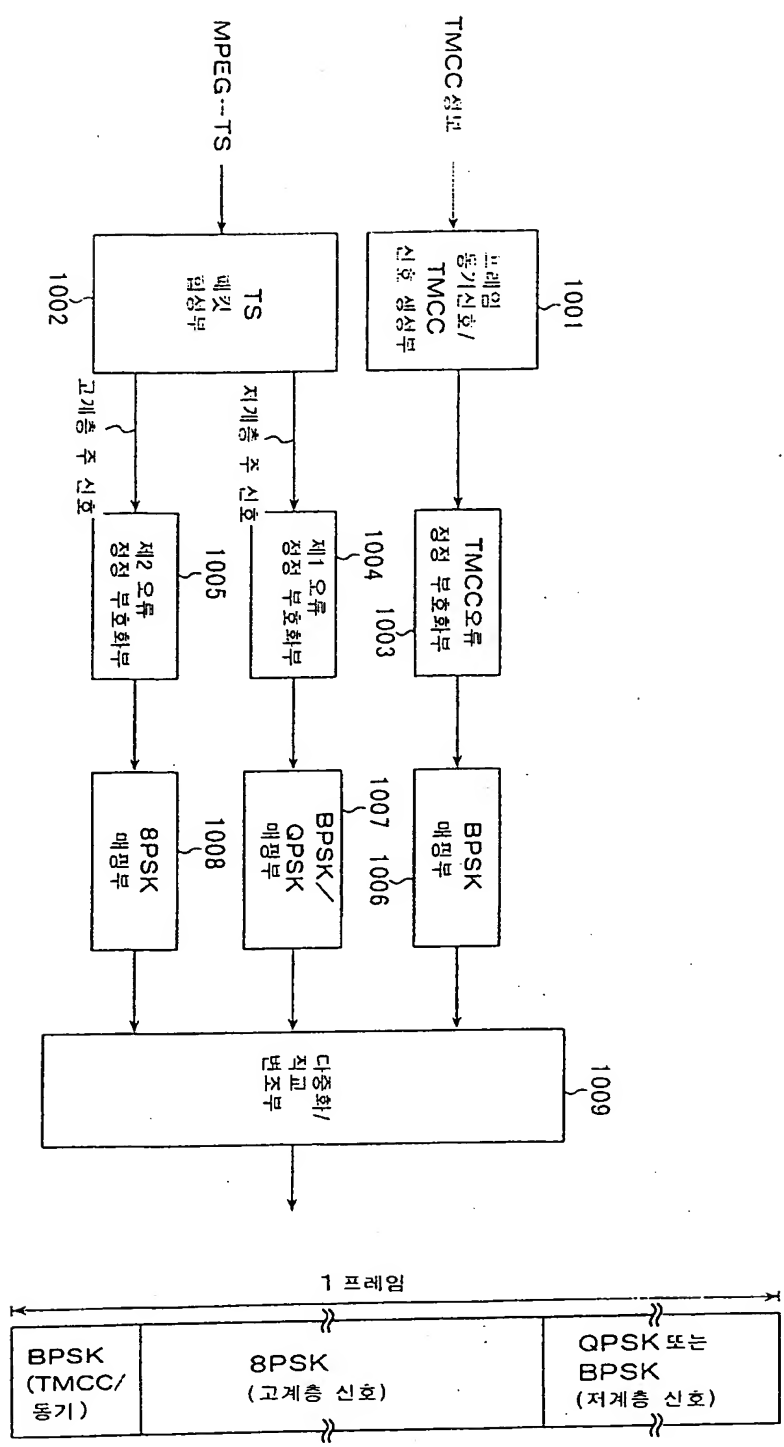


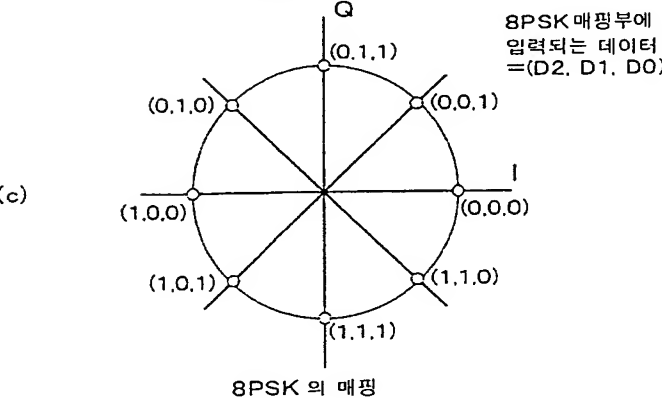
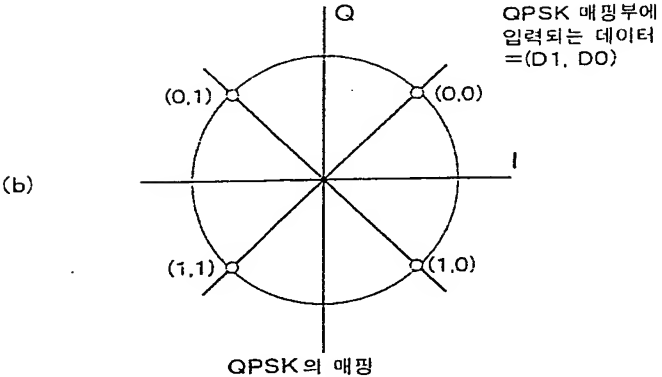
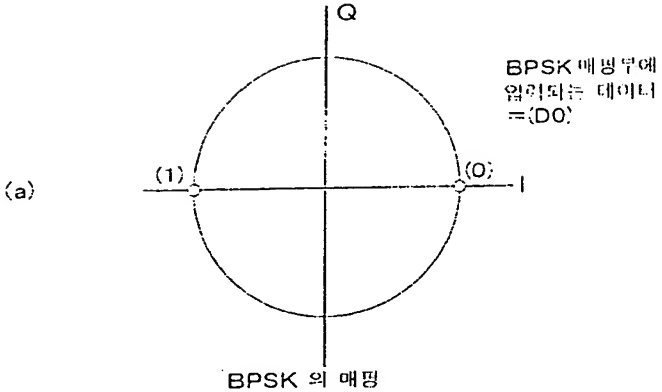


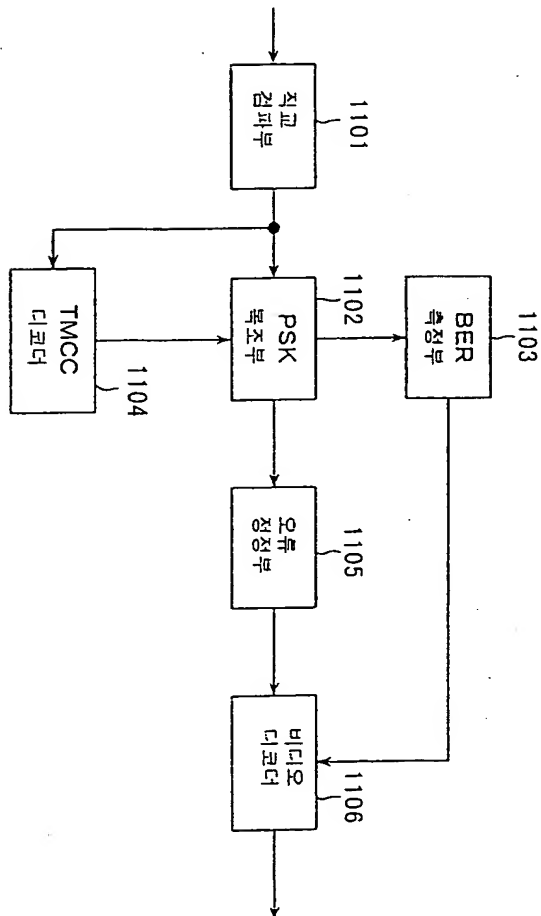
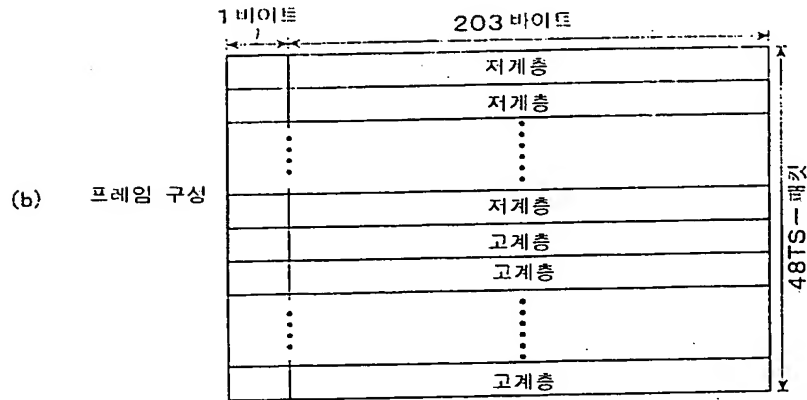
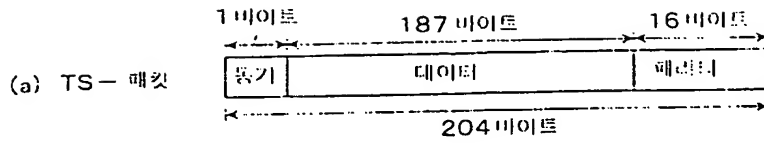












THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. 6
H04L 27/18

(45) 공고일자 2003년02월07일
(11) 등록번호 10-0365982
(24) 등록일자 2002년12월11일

(21) 출원번호	10-1999-7004137	(65) 공개번호	특2000-0068952
(22) 출원일자	1999년05월10일	(43) 공개일자	2000년11월25일
번역문 제출일자	1999년05월10일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1998/04147	(87) 국제공개번호	WO 1999/16223
(86) 국제출원출원일자	1998년09월16일	(87) 국제공개일자	1999년04월01일

(81) 지정국 국내특허 : 중국, 대한민국,

(30) 우선권주장	9-254544	1997년09월19일	일본(JP)
	9-332236	1997년12월02일	일본(JP)

(73) 특허권자 마쓰시다덴기산교 가부시기가이샤
일본국 오사카후 가도마시 오아자 가도마 1006반지

(72) 발명자 하야시요시카즈
일본오사카후이바라키시신도1초메5반19고Ⅱ-201고시츠
간노입페이
일본오사카후가타노시이쿠노1초메10반221고시츠
오우치미키히로
일본오사카후모리구치시가지마치1초메54반3고

(74) 대리인 김명신
 김원오

심사관 : 김자영

(54) 변조·복조장치 및 방법

요약

본 발명은 변조·복조장치 및 방법에 관한 것으로서, 변조장치에서는 변조방식이 전환하는 최소단위인 패킷의 주기로 각 패킷내에 BPSK 변조된 캐리어 동기 보조신호(또는 다음 패킷의 PSK 변조파의 위상수 정보를 차동부호화하여 중첩시킨 캐리어 동기 보조신호)를 삽입하도록 시분할 다중화를 실시하고, 복조장치에서는 이 BPSK 변조된 캐리어 동기 보조신호(및 BPSK변조된 주신호) 부분을 추출하여 반송파 재생을 실시하며, 시분할 다중 n상 PSK변조신호에 대해 저 C/N시에 있어서 복조장치에서의 캐리어 동기를 고속 및 안정적으로 실시하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 변조·복조장치 및 방법, 보다 특정적으로는 디지털 위성방송 시스템에 사용되는 변조·복조장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

종래부터 디지털 위성방송 시스템에 사용되는 변조장치 및 방법으로서 가토·하시모토 저(著)의 문헌 「위성 ISDB 전송방식의 검토」 영상정보 미디어학회 기술보고, BCS' 97-12(Mar.1997) (이하, 종래문헌이라고 함)에 기재된 것이 알려져 있다.

이 종래 문헌에 기재되어 있는 변조장치 및 방법에서는 2개의 데이터 스트림을 독립적으로 전송하는 것을 가능하게 하고 있다. 즉, 저계층 신호와 고계층 신호에 대해 각각 독립적으로 오류 정정을 실시하고 저계층 신호와 고계층 신호를 적당한 패킷수씩 모아 총 패킷수를 일정값으로 하는 프레임 구성한다. 여기에서 종래의 변조장치는 저계층 신호에는 BPSK(2상 위상변조; Binary Phase Shift Keying) 또는 QPSK(4상 위상변조; Quaternary Phase Shift Keying)를 실시하고, 고계층 신호에는 8PSK(8상 위상변조; 8 Phase Shift Keying)를 실시하여 시분할 다중으로 전송한다. 또한, 종래의 변조장치는 프레임 동기신호와 프레임 내의 각 계층의 구획, 및 각 계층의 변조 모드를 도시한 전송다중제어(T-MCC; Transmission Multiplexing Configuration Control) 신호를, 가장 낮은 C/N(반송파 전력/잡음전력)에서도 안정 수신할 수 있는 BPSK를 실시하여 전송한다.

이하, 상기 종래의 변조장치 및 방법을, 도 77~도 80을 사용하여 간단하게 설명한다. 도 77은 종래의 변조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 78은 종래의 복조장치로부터 출력되는 통신 프레임의 구조를 도시한 도면이다. 도 79는 BPSK, QPSK, 및 8PSK의 부호 배치로의 매핑을 도시한 도면이다. 도 80은 종래의 변조장치 및 방법에서의 MPEG 데이터 구조, 및 프레임 구조를 도시한 도면이다.

도 77에서 종래의 변조장치는 프레임 동기신호/TMCC 신호생성부(1001), TS 패킷 합성부(1002), TMCC 오류정정 부호화부(1003), 제 1 오류정정 부호화부(1004), 제 2 오류정정 부호화부(1005), BPSK 매핑부(1006), BPSK/QPSK 매핑부(1007), 8PSK 매핑부(1008), 및 다중화/직교변조부(1009)를 구비한다.

프레임 동기신호/TMCC 신호생성부(1001)는 입력되는 TMCC 정보에 기초하여 프레임 동기신호/TMCC 신호를 생성한다. 이 프레임 동기신호/TMCC 신호는 TMCC 오류정정 부호화부(1003)에서 오류정정 부호화가 된 후, BPSK 매핑부(1006)에 입력된다. BPSK 매핑부(1006)는 입력되는 프레임 동기신호, 및 TMCC 신호를 도 79의 (a)에 도시한 BPSK의 부호배치에 매핑하고, 다중화/직교변조부(1009)로 출력한다.

TS 패킷 합성부(1002)는 입력되는 복수의 MPEG-TS 패킷(도 80의 (a))을 합성하여 저계층 신호의 패킷군과 고계층 신호의 패킷군으로 구성되며, 총 패킷수가 일정값이 되는 프레임(도 80의 (b))을 생성한다. 이 프레임 내, 저계층 신호의 패킷군은 제 1 오류정정 부호화부(1004)에서 오류정정 부호화가 된 후, BPSK/QPSK 매핑부(1007)에 입력된다. BPSK/QPSK 매핑부(1007)는 입력되는 저계층 신호를, 도 79의 (a)에 도시한 BPSK의 부호배치 또는 도 79의 (b)에 도시한 QPSK의 부호배치에 매핑하고, 다중화/직교변조부(1009)로 출력한다. 한편, 상기 프레임 내, 고계층 신호의 패킷군은 제 2 오류정정 부호화부(1005)에서 오류정정 부호화가 된 후, 8PSK 매핑부(1008)에 입력된다. 8PSK

매핑부(1008)는 입력되는 고계층 신호를 도 79의 (c)에 도시한 8PSK의 부호배치에 매핑하고, 다중화/직교변조부(1009)로 출력한다.

그리고, 다중화/직교변조부(1009)는 각 매핑부로부터 입력된 각 신호를 도 78에 도시한 나열로 시분할 다중하여 통신 프레임 생성 후, 직교변조를 실시하여 복조장치로 출력한다. 여기에서, 도 78에서 알 수 있는 바와 같이, 다중화/직교변조부(1009)는 BPSK가 실시된 프레임 동기신호, 및 TMCC 신호, 8PSK가 실시된 고계층 신호의 패킷군, 및 BPSK 또는 QPSK가 실시된 저계층 신호의 패킷군을 단위로 하여 시분할 다중화를 실시하여 통신 프레임을 생성한다.

다음에, 상기 종래의 변조장치에서 생성된 통신 프레임을 입력하여 복조하는 복조장치를 도 81을 사용하여 설명한다. 도 81은 종래의 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 81에서 종래의 복조장치는 직교검파부(1101), PSK 복조부(1102), BER(비트오류율) 검출부(1103), TMCC 디코더(1104), 오류정정부(1105), 및 비디오 디코더(1106)를 구비한다.

변조장치로부터 송신되는 통신 프레임은 직교검파부(1101)에 입력된다.

직교검파부(1101)는 입력된 통신 프레임 내의 각 신호를 내부의 국부 발진기에 의해 직교 검파하여 디지털화하고, PSK 복조부(1102), 및 TMCC 디코더(1104)로 출력한다.

우선, PSK 복조부(1102)는 입력되는 통신 프레임의 각 신호가 모두 8PSK가 실시된 신호로 간주하여 주파수 보정, 및 위상 보정을 실시하고, I, Q 신호로의 복조를 실시한다. 여기에서, TMCC 디코더(1104)는 이 상태에서 BPSK가 실시된 프레임 동기신호를 검출하고 통신 프레임의 선두를 인식하고, 또한 8상의 위상 중 어느 위상에서 PSK 복조부(1102)가 위상 동기하고 있는지를 검출한다. 또한, TMCC 디코더(1104)는 프레임 동기신호에 후속하는 TMCC 신호를 검출함으로써 각 계층 신호에 실시되고 있는 위상변조의 구성을 식별하여 위상보정을 위한 위상오차검출에 있어서 복조장치측의 위상기준을 각 위상변조에 대응하는 것으로 바꾼다.

그리고, PSK 복조부(1102)는 복조한 I, Q 신호가 8상의 위상 중 어느 위상에 위상동기했는가 하는 위상정보를 기초로 매핑하여 고치고, 절대위상화한 I, Q 신호로 변환하여 후단의 오류 정정부(1105)로 출력한다.

오류정정부(1105)는 독립적으로 2계통의 오류정정회로를 갖고 있고, 복호한 TMCC 신호에 기초하여 PSK 복조부(1102)에서 복조된 신호를 패킷 단위로 나누어 오류정정을 실시한 후, 시분할 다중전송을 위해 시간축상으로 늘어서 전환한 패킷의 순번을 원래로 되돌리는 작업을 실시한다. 이 출력은 비디오 디코더(1106)로 출력된다.

BER검출부(1103)는 오류정정부호화의 한종류인 톨러리스(toleris) 부호화가 실시되어 있는 복조된 8PSK 신호에 대하여, 톨러리스 복호를 실시하여 얻은 신호에 다시 톨러리스 부호화를 실시하여, 복조된 8PSK 신호와 비교함으로써 고계층 신호의 BER을 모니터한다. 그 결과, 고계층의 복호영상의 품질이 허용값을 밑돈다고 판단된 경우에는 BER 검출부(1103)는 전송로의 품질열화에 대하여 높은 내성을 갖는 저계층의 영상신호를 출력하도록 비디오 디코더(1106)에서 신호를 제어한다.

이상과 같은 처리에 의해, 종래의 변조·복조장치 및 방법에서는 수신중에 강우 등에 의해 전송로의 품질이 열화해도 서비스의 시청을 계속할 수 있도록 하고 있다.

상술한 바와 같이, 상기 종래의 변조장치에서는 저계층 신호와 고계층 신호에 대해 각각 독립적으로 오류정정을 실시하고, 저계층 신호에는 전송효율은 낮지만 전송신뢰성이 높은 BPSK 또는 QPSK를, 고계층 신호에는 전송효율은 높지만, 전송신뢰성이 낮은 8PSK를 각각 실시하고, 그것을 시분할 다중으로 송신하고 있다.

이에 대해, 상기 종래의 복조장치에서는 우선 입력하는 통신 프레임의 각 신호를 모두 8PSK가 실시된 신호로 간주하여 주파수 보정, 및 위상보정을 실시한다. 그리고, 캐리어 동기가 된 후에는 TMCC신호를 복호하여 각 계층신호에 실시된 위상변조의 구성을 식별하여 각 신호마다 복조하고, 또한 BER을 검출함으로써 전송로의 품질열화에 대해서 높은 내성을 갖는 저계층의 신호를 선택할 수 있도록 하고 있다.

그러나, 상기 종래의 복조장치에서는 8PSK에 의한 복조(주파수 보정, 및 위상보정)가 불가능한 저(低) C/N시에 전원 투입이나 채널 선택 등의 동작을 실시한 경우 캐리어 동기가 불가능하다. 즉 서비스의 시청을 할 수 없다는 문제가 있었다.

그 때문에, 본 발명의 목적은 저 C/N시에서 복조장치의 전원투입이나 채널 선택 등의 동작을 실시해도, 안정적이고 고속으로 캐리어 동기를 실시할 수 있는 변조·복조장치 및 방법을 제공하는 데에 있다.

발명의 상세한 설명

제 1 국면은 통신대상인 복수의 데이터에 대해, 상기 데이터의 각 계층마다 다른 전송효율의 위상변조를 실시하여 미리 정해진 고정길이의 통신 프레임을 생성하는 변조장치에 있어서,

복수의 데이터의 각각에 대하여, 데이터 내용에 대응하는 위상변조를 실시하여 변조신호를 생성하는 위상변조수단,

데이터에 실시한 복수의 위상변조내의 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어동기 보조신호를 생성하는 신호생성수단, 및

캐리어동기 보조신호가 통신 프레임 내에서 동일한 시간 간격으로 분산하도록 변조신호, 및 캐리어 동기 보조신호를 시분할 다중화하는 다중화 수단을 구비한다.

상기와 같이 제 1 국면에 의하면, 복조장치에 있어서 캐리어 동기를 보조하는 신호를 저 C/N 상태에 대하여 강한 최소 위상변조에 의해 변조하고, 패킷 내에 분산하여 삽입한 통신 프레임을 출력한다. 이에 의해, 복조장치에 있어서 저 C/N 상태에서도 패킷 내에 분산시킨 캐리어 동기 보조신호를 사용하여 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 2 국면은 제 1 국면에 있어서 캐리어 동기 보조신호는 2심볼 이상 연속시켜 시분할 다중화되는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 2 국면은 제 1 국면에서의 캐리어 동기 보조신호의 전형적인 시분할 다중화 형태를 특정한 것이다.

제 3 국면은 제 1, 및 제 2 국면에 있어서, 캐리어 동기 보조신호는, 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대해서 다음 패킷으로 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 3 국면에 의하면 제 1, 및 제 2 국면에 있어서, 다음 패킷의 변조방식을 정의하는 정보를 중첩한 복조 장치에 있어서 캐리어 동기를 보조하는 신호를 저 C/N 상태에 대하여 강한 최소위상변조에 의해 변조하고 패킷 내에 분산하여 삽입한 통신 프레임을 출력한다. 이에 의해 복조장치에 있어서 저 C/N 상태에서도 패킷 내에 분산시킨 캐리어 동기 보조신호, 및 최소위상변조가 실시된 주신호를 사용하여 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 4 국면은 제 3 국면에 있어서 입력되는 신호에 대하여 차동 부호화를 실시하여 출력하는 차동부호화 수단을 더 구비하고,

신호생성수단은 차동 부호화 수단에 있어서 차동 부호화된 후의 신호에 대하여 데이터에 실시한 복수의 위상 변조 내의 최소위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 4 국면에 의하면 제 3 국면에 있어서 다음 패킷의 변조방식을 정의하는 정보를 중첩한 복조장치에 있어서 캐리어 동기를 보조하는 신호를 차동부호화를 실시한 후에 생성한다. 이에 의해, 복조장치에 있어서 캐리어 동기가 이루어지지 않은 상태에서도 변조방식정보를 복호할 수 있다.

제 5 국면은 통신 대상인 복수의 데이터에 대하여 상기 데이터의 각 계층마다 다른 전송효율의 위상변조를 실시하여 미리 정해진 고정길이의 통신 프레임을 생성하는 변조방법에 있어서,

데이터에 실시한 복수의 위상변조 내의 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호를 생성하고, 상기 캐리어 동기 보조신호가 통신 프레임 내에서 동일한 시간 간격으로 분산되도록 시분할 다중화하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 5 국면에 의하면, 복조동작시에 있어서 캐리어 동기를 보조하는 신호를 저 C/N 상태에 대하여 강한 최소위상변조에 의해 변조하고, 패킷내에 분산하여 삽입한 통신 프레임을 구축한다. 이에 의해, 복조동작시에서 저 C/N 상태에서도 패킷 내에 분산시킨 캐리어 동기 보조신호를 사용하여 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 6 국면은 제 5 국면에 있어서 캐리어 동기 보조신호는 2심볼 이상 연속시켜 시분할 다중화되는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 6 국면은 제 5 국면에서의 캐리어 동기 보조신호의 전형적인 시분할 다중화형태를 특정한 것이다.

제 7 국면은 제 5, 및 제 6 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호는 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대하여 다음 패킷으로 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하는 것을 특징으로 한다.

상기한 바와 같이, 제 7 국면에 의하면 제 5, 및 제 6 국면에 있어서, 복조동작시에 다음 패킷의 변조방식을 정의하는 정보를 중첩한 캐리어 동기를 보조하는 신호를, 저 C/N 상태에 대하여 강한 최소위상변조에 의해 변조하고, 패킷 내에 분산하여 삽입한 통신 프레임을 출력한다. 이에 의해, 복조동작시에서 저 C/N 상태에서도 패킷 내에 분산시킨 캐리어 동기 보조신호, 및 최소위상변조가 실시된 주신호를 사용하여 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 8 국면은 제 7 국면에 있어서, 캐리어 동기 보조신호는 차동 부호화된 후의 신호에 대하여 데이터에 실시한 복수의 위상변조 내의 최소위상변조를 실시함으로써 생성되는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 8 국면에 의하면 제 7 국면에 있어서 복조동작시에 다음 패킷의 변조방식을 정의하는 정보를 중첩한 캐리어 동기를 보조하는 신호를 차동 부호화를 실시한 후에 생성한다. 이에 의해, 복조동작시에 캐리어 동기가 되어 있지 않은 상태에서도 변조방식정보를 복호할 수 있다.

제 9 국면은 복수의 위상변조신호와 함께 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호가 동일한 시간 간격으로 분산되도록 시분할 다중화된 상기 통신 프레임을 수신하는 복조장치에 있어서,

통신 프레임 내의 미리 정해진 신호기간의 주파수 오차를 검출하여 주파수 오차의 보정을 실시하는 주파수 보정수단,

통신 프레임 내의 미리 정해진 신호기간의 위상오차를 검출하여 위상 오차의 보정을 실시하는 위상보정수단,

주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 지연검파를 사용하여 통신 프레임의 동기 신호를 검출함으로써 프레임 선두위치를 검출하는 프레임 동기 검출수단, 및

프레임 동기검출수단에서 검출한 프레임 선두 위치에 기초하여 최소위상변조가 실시된 기간 중 적어도 캐리어 동기 보조신호의 기간(이하, 동기신호기간이라고 함)을 검출하고, 상기 동기신호기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 타이밍 생성수단을 구비하며,

주파수 보정수단, 및 위상보정수단은 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서, 최소위상변조에 따른 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 9 국면에 의하면 시분할 다중화되는 위상변조신호 중, 패킷 내에 분산배치된 캐리어 동기 보조신호를 포함하는 최소위상변조신호를 사용하여 주파수 보정, 및 위상보정(반송파 재생)을 실시함으로써 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 10 국면은 제 9 국면에 있어서 주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고 주파수 인입 상태를 검출하여 위상보정수단이 의사동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단과,

주파수 인입 검출수단의 판단 결과, 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수에까지 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료된 경우에는 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 10 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 주파수 인입 검출수단을 설치하고, 주파수 보정수단에 있어서 위상보정수단이 의사 동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정이 이루어지고 나서, 위상보정수단을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해, 주파수 보정수단에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정수단에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 11 국면은 제 9 국면에 있어서, 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상 동기의 상태를 검출하는 위상동기 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

위상동기 검출수단과 오류정정 검출수단의 검출 결과로부터 의사 동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단, 및

의사동기 판정수단의 판정결과, 의사 동기인 경우에는 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 11 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, TMCC 신호의 오류정정 가부의 검출을 실시하고, 상기 검출결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기의 경우에는 위상보정수단을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해, 주파수 보정수단에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정수단에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

제 12 국면은 제 9 국면에 있어서, 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 캐리어 동기보조신호 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 1 위상동기 검출수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 2 위상동기 검출수단,

제 1 위상동기 검출수단과 제 2 위상동기 검출수단의 검출결과로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단, 및

의사동기 판정수단의 판정결과, 의사동기인 경우에는 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 12 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, 프레임 동기신호/TMCC 신호의 기간에서의 위상동기의 검출을 실시하고, 상기 검출결과로부터 정상동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 위상보정수단을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해 주파수 보정수단에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정수단에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 13 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 위상동기검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

위상동기검출수단과 오류정정검출수단의 검출결과로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단, 및

의사동기 판정수단의 판정결과, 의사동기인 경우에는 위상보정수단으로 입력되는 주파수를 단계적으로 변화시키는 주파수 스텝 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 13 국면에 의하면, 제 9 국면에 있어서 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, TMC C 신호의 오류정정 가부의 검출을 실시하고, 해당검출결과로부터 정상동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 주파수 보정수단의 주파수를 제어하여 위상보정수단에서 정상동기할 수 있도록 한다. 이에 의해 주파수 보정수단에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정수단에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 14 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 1 위상동기검출수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 2 위상동기검출수단,

제 1 위상동기검출수단과 제 2 위상동기검출수단의 검출결과로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단, 및

의사동기 판정수단의 판정 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정수단으로 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 주파수 스텝 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 14 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, 프레임 동기신호/TMCC 신호의 기간에서의 위상동기의 검출을 실시하고, 상기 검출결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 주파수 보정수단의 주파수를 제어하여 위상보정수단에서 정상 동기할 수 있도록 한다. 이에 의해, 주파수 보정수단에 의한 주파수 인입 과정 등에서, 위상보정수단에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

제 15 국면은 제 13 국면에 있어서 주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 위상보정수단이 의사 동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단과,

주파수 인입 검출수단의 판단 결과, 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료한 경우에는 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 16 국면은 제 14 국면에 있어서 주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 위상보정수단이 의사 동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단과,

주파수 인입 검출수단의 판단결과, 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수에까지 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료된 경우에는 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 15, 및 제 16 국면에 의하면, 제 13, 및 제 14 국면에 있어서 또한 주파수 인입 검출수단을 설치하고, 주파수 보정수단에서 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정이 실시되고 나서, 위상보정수단을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해, 주파수 보정수단에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정수단에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 17 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 프레임 동기판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단, 및

프레임 동기판정수단과 C/N 검출수단의 검출결과와, 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 또한 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우는 통신 프레임의 전(全) 기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 타이밍 신호가 부여되는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 동기 신호 기간 이외에서는 통신 프레임내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 17 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상 동기가 되어 있을 때의 C/N 상태를 검출하고, 상기 C/N이 미리 정해진 레벨인 경우, 통신 프레임의 주신호 기간에 대해서도 최대 위상 변조가 되어 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 복조신호의 위상 지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 18 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

통신 프레임에서, 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

신호기간부여수단이 출력하는 신호와 타이밍신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기판정수단, C/N 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소 위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우 이외에는 동기 신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 18 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 최소위상 변조신호기간에서 위상동기가 되어 있을 때의 C/N 상태를 검출하고, 상기 C/N 상태, 및 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준위상에 따라서, 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 위상동기 후에는 상기 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 19 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

프레임동기 판정수단, 및 오류정정검출수단의 검출결과와, 신호기간부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기 판정수단, C/N 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대해 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대해 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우는 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하며,

위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 위한 위상차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 19 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 최소위상 변조신호기간에서 위상동기가 이루어져 있을 때의 C/N 상태를 검출하고, 상기 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임 중 동기신호기간 이외의 전체 기간에서 최대위상 변조가 되어 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시하고, 또한 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준위 상에 따라서, 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 상기 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상 지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 20 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트 오류율을 측정하고, 상기 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단, 및

프레임 동기 판정수단과 BER 검출수단의 검출결과와 타이밍 신호에 기초하여 위상동기가 있고 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 20 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 되어 있을 때의 C/N 상태를 TMCC 신호의 비트 오류율에 기초하여 검출하고, 상기 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임의 주신호 기간에 대해서도 최대위상변조가 되어 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 복조신호의 위상 지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 21 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트 오류율을 측정하고, 상기 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

통신프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기판정수단, BER 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상 동기가 있고 오류정정이 완료한 경우 이외는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성 수단을 더 구비하며,

위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 21 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 이루어지고 있을 때의 C/N 상태를 TMCC 신호의 비트 오류율에 기초하여 검출하고, 상기 C/N 상태, 및 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준위상에 따라서, 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 위상동기 후에는 상기 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 22 국면은 제 9 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

프레임동기판정수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여, 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임동기 판정수단, BER 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하며,

위상보정수단은 오류정정이 완료되지 않은 경우, 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하며, 오류정정이 완료되어 있는 경우 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 22 국면에 의하면 제 9 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 이루어지고 있을 때의 C/N 상태를 TMCC신호의 비트오류율에 기초하여 검출하고, 상기 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임 중, 동기신호기간 이외의 전 기간에서 최대위상변조가 되어 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시하고, 또한 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준위상에 따라서 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 위상동기 후에는 상기 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 23 국면은 제 10~제 16 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단, 및 프레임 동기판정수단과 C/N 검출수단의 검출결과와 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고 또한 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하며,

위상보정수단은 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 24 국면은 제 10, 제 12, 제 14, 및 제 16 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임동기 판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기판정수단, C/N 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료된 경우 이외에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 25 국면은 제 11, 제 13, 및 제 15의 국면에 있어서, 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단,

프레임 동기판정수단, C/N 검출수단, 및 오류정정검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료된 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우 이외에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하며,

위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 26 국면은 제 10, 제 12, 제 14, 및 제 16 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음 전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

프레임 동기 판정수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여, 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기판정수단, C/N 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상 동기가 있고, 오류정정이 완료하고 있지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하며, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 27 국면은 제 11, 제 13, 및 제 15 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

프레임 동기판정수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드전환수단, 및

프레임 동기판정수단, C/N 검출수단, 및 오류정정검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소 위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 28 국면은 제 10~제 16 국면에 있어서, 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER검출수단, 및

프레임 동기판정수단과 BER 검출수단의 검출결과와 타이밍 신호에 기초하여 위상동기가 있고, 또한 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 29 국면은 제 10, 제 12, 제 14, 및 제 16 국면에 있어서, 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임동기판정수단, BER 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호생성 수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 30 국면은 제 11, 제 13, 및 제 15 국면에 있어서 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트 오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기 판정수단, BER 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N 이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N 이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료된 경우 이외에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 31 국면은 제 10, 제 12, 제 14, 및 제 16 국면에 있어서, 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

프레임 동기 신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N (반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

통신 프레임에서 동기 신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

프레임 동기판정수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기판정수단, BER 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N 이 높은 경우에는 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N 이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우는 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N 이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N 이 낮은 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 32 국면은 제 11, 제 13, 및 제 15 국면에 있어서, 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 위상보정수단에서의 위상 동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

통신 프레임에서 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

프레임 동기판정수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

프레임 동기판정수단, BER 검출수단, 및 오류정정 검출수단의 검출결과와, 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 동기 신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 23~제 32 국면은 제 10~제 16 국면과 제 17~제 22 국면을 각각 조합한 것이다. 따라서, 제 23~제 32 국면은 각각 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주파수 보정수단에 의한 주파수 인입 과정 등에서, 위상보정수단에서의 의사동기의 회피가 가능해지고, 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 33 국면은 제 9~제 32 국면에 있어서, 프레임 동기검출수단은

신호를 지연 검파하는 지연검파수단,

지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 1 또는 2이상의 위상식별수단, 및

1 또는 2 이상의 위상식별수단의 출력과 프레임 동기신호의 패턴 조합(照合)을 실시하는 조합수단을 구비하고,

1 또는 2 이상의 위상식별수단은 프레임 동기신호를 전송하는 위상변조에 대응한 위상식별영역을 각각 갖고, 2이상의 상기 위상식별영역은 각각 다른 위상회전을 실시하여 병렬로 설치되며,

조합수단은 위상식별영역의 위상회전량이 다른 위상식별수단의 각각의 출력에 대하여 패턴 조합을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 34 국면은 제 9~제 32 국면에 있어서 프레임 동기검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단, 및

지연검파신호에 미리 정한 여러 종류의 위상회전을 부여하는 복수의 위상회전수단, 복수의 위상회전수단의 각각의 출력에 대하여 위상식별을 실시하는 위상식별수단,

위상식별수단의 출력과 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

위상식별수단은 프레임 동기신호가 전송되는 위상변조에 대응하는 위상식별영역을 갖고, 지연검파되어 다른 위상회전에 부여된 각각의 위상변조신호에 대하여 전송된 신호를 식별하며,

조합수단은 위상식별수단의 각각의 출력에 대하여 패턴 조합을 실시하는 것을 특징으로 한다.

제 35 국면은 제 9~제 32 국면에 있어서, 프레임 동기 검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 위상식별수단,

위상식별수단의 식별위상을 회전시키는 식별위상 회전수단, 및

위상식별수단의 출력과 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

위상식별수단은 프레임 동기신호를 전송하는 위상변조에 대응한 위상식별영역을 갖고, 위상회전수단은 조합수단에 의해 프레임 동기신호를 검출하기까지, 위상식별수단에서 위상식별영역의 위상을 회전시키는 것을 특징으로 한다.

제 36 국면은 제 9~제 32 국면에 있어서, 프레임 동기검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파신호에 위상회전을 부여하는 위상회전수단,

위상회전수단의 출력을 입력하여 지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 위상식별수단, 및

위상식별수단의 출력과 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

조합수단에 의해 프레임 동기신호를 검출하기까지 위상회전수단의 위상을 회전시키는 것을 특징으로 한다.

상기한 바와 같이, 제 33~제 36 국면은 제 9~제 32 국면에서의 프레임 동기 검출수단의 전형적인 구성을 도시한 것이다. 이에 의해, 입력주파수 오차가 클 때에도 지연검파에 의한 프레임 동기검출의 오동작을 없게 하여 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 37 국면은 제 9~제 36 국면에 있어서, 주파수 보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 출력신호의 대역 제한을 실시한 후, 위상보정수단으로 출력하는 대역제한필터를 더 구비하고,

프레임동기검출수단은 주파수 보정수단, 대역제한필터 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 프레임 선두위치를 검출하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 37 국면은 제 9~제 36 국면에 있어서 주파수 보정수단이 출력하는 위상변조신호를 스펙트럼 정형하는 대역제한필터를 또한 구성에 더한 것이다. 따라서, 제 37 국면의 효과는 각각 제 9~제 36 국면의 효과와 동일하다.

제 38 국면은 제 9~제 37 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호가 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대해서 다음 패킷으로 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하고 있는 경우,

정보에 기초하여 최소위상변조가 실시되고 있는 신호의 기간을 검출하고, 상기 최소위상변조기간을 부여하는 신호를 타이밍 생성수단으로 출력하는 정보검출수단을 더 구비하고,

타이밍 생성수단은 동기신호기간에 부가하여, 최소위상변조기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 38 국면에 의하면 제 9~제 37 국면에 있어서, 시분할 다중화되는 위상변조신호 중, 패킷 내에 분산배치된 캐리어 동기보조신호를 포함하는 최소위상변조신호에 부가하여, 최소위상변조가 이루어지고 있는 주신호도 사용하여 주파수 보정, 및 위상보정(반송파 재생)을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 39 국면은 제 13~제 16 국면에 있어서 주파수 스텝 수단은 의사동기가 발생하는 주파수를 f_g [Hz] 으로 한 경우, $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1,2,\dots$)에 기초하여 위상보정수단에 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 39 국면에 의하면 제 13~제 16 국면에 있어서, 주파수 스텝 수단은 의사동기가 발생하는 주파수(f_g)를 스텝 단위로 하여 주파수를 양과 음을 번갈아가며 순차적으로 커지도록 변화시킨다. 이에 의해 의사동기인 경우에도 상기 스텝 동작을 반복함으로써 최종적으로 정상 동기를 실시할 수 있다.

제 40 국면은 복수의 위상변조신호와 함께 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소 위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기보조신호가 동일한 시간간격으로 분산되도록 시분할 다중화된 상기 통신 프레임의 복조방법에 있어서,

통신 프레임의 동기신호를 검출함으로써 최소위상변조가 실시된 기간 중 적어도 캐리어 동기보조신호의 기간(이하, 동기신호기간이라고 함)을 검출하는 단계와,

동기신호기간에서 최소위상변조에 따른 주파수, 및 위상의 보정동작을 실시하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 40 국면에 의하면 시분할 다중화되는 위상변조신호 중 패킷내에 분산배치된 캐리어 동기보조신호를 포함하는 최소위상변조신호를 사용하여 주파수 보정, 및 위상보정(반송파 재생)을 실시함으로써, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다. 또한, 입력주파수 오차가 클 때에도 지연검파에 의한 프레임 동기검출의 오동작을 없게 하여 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 41 국면은 제 40 국면에 있어서, 주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계와,

판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 41 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 주파수 인입 상태의 검출을 실시하고, 주파수 보정동작에서 위상보정동작이 의사 동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정이 실시되고 나서 위상보정동작을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해, 주파수 보정동작에 의한 주파수 인입과정 등에서 위상보정동작에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 42 국면은 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,
프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,
캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 TMCC 신호기간의 오류정정상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및
판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 42 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, TMC C 신호의 오류정정 여부의 검출을 실시하고, 상기 검출결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해, 주파수 보정동작에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상 보정동작에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 43 국면은 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,
프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,
캐리어 동기 보조신호기간의 위상동기상태와 TMCC 신호기간의 위상동기상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및
판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 43 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, 프레임 동기신호/TMCC 신호의 기간에서의 위상동기의 검출을 실시하고, 상기 검출 결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해, 주파수 보정동작에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정동작에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 44 국면은 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,
프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,
캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 TMCC 신호기간의 오류정정상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및
판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 실시하게 하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 44 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, TMCC 신호의 오류정정 여부의 검출을 실시하고, 상기 검출결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 주파수 보정동작의 주파수를 제어하여 위상보정동작으로 정상 동기할 수 있도록 한다. 이에 의해, 주파수 보정동작에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정동작에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 45 국면은 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,
프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,
캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 TMCC 신호기간의 위상동기상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및

판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 실시하게 하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 45 국면에 의하면, 제 40 국면에 있어서 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 검출과, 프레임 동기신호/TMCC 신호의 기간에서의 위상동기의 검출을 실시하고, 상기 검출결과로부터 정상동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 주파수 보정동작의 주파수를 제어하여 위상보정동작으로 정상 동기할 수 있도록 한다. 이에 의해, 주파수 보정동작에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정동작에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 46 국면은 제 44 국면에 있어서 주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계와,

판정 단계에서의 판단 결과, 의사 동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 47 국면은 제 45 국면에 있어서 주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계와,

판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는, 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 46, 및 제 47 국면에 의하면, 제 44, 및 제 45 국면에 있어서, 또한 주파수 인입 상태의 검출을 실시하고, 주파수 보정동작에서 위상보정동작이 의사동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정이 이루어지고 나서, 위상보정동작을 초기화하여 재동작시킨다. 이에 의해, 주파수 보정동작에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정동작에서의 의사동기의 회피가 가능해진다.

제 48 국면은 제 40 국면에 있어서 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 통신 프레임의 전기간에서 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 48 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 되어 있을 때의 C/N 상태를 검출하고, 상기 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임의 수신호 기간에 대해서도 최대위상변조가 되어 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 복조신호의 위상 지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 49 국면은 제 40 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 49 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 되어 있을 때의 C/N 상태를 검출하고, 상기 C/N 상태, 및 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준위상에 따라서, 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 위상동기후는 상기 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상 지터의 영향을 감소시켜 수신 성능을 향상시킬 수 있다.

제 50 국면은 제 40 국면에 있어서 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료된 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대해 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소 위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서의 최대 위상 변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 50 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 이루어져 있을 때의 C/N 상태를 검출하고, 상기 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임 중, 동기신호기간 이외의 전기간에서 최대위상변조가 이루어져 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시하고, 또한 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준 위상에 따라서, 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 위상동기후는 상기 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상 지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 51 국면은 제 40 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 51 국면에 의하면 제 40 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 이루어지고 있을 때의

C/N 상태를 TMCC 신호의 비트오류율에 기초하여 검출하고, 상기 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임의 수신 호 기간에 대해서도 최대위상변조가 이루어져 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 52 국면은 제 40 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상 동기가 있고 또한 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 52 국면에 의하면, 제 40 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 이루어져 있을 때의 C/N 상태를 TMCC 신호의 비트오류율에 기초하여 검출하고, 상기 C/N 상태, 및 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준위상에 따라서, 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 위상동기 후에는 해당 기간 이외의 수신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 수신호의 기간에서의 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 53 국면은 제 40 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 제 1 임계값에 대하여 C/N가 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 53 국면에 의하면, 제 40 국면에 있어서 최소위상변조신호기간에서 위상동기가 이루어지고 있을 때의 C/N 상태를 TMCC 신호의 비트오류율에 기초하여 검출하고, 상기 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임 중, 동기 신호기간 이외의 전기간에서 최대위상변조가 이루어져 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시하고, 또한 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 대응하는 기준위상에 따라서, 초기의 상태에서는 최소위상변조되는 프레임동기신호/TMCC 신호기간, 및 캐리어 동기보조신호기간을 사용하여 위상보정을 실시하고, 위상동기 후에는 상기 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상보정을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주신호 기간에서의 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 54 국면은 제 41~제 47 국면에 있어서 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 55 국면은 제 41, 제 43, 제 45, 및 제 47 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에 있어서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 56 국면은 제 42, 제 44, 및 제 46 국면에 있어서 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 57 국면은 제 41, 제 43, 제 45, 및 제 47 국면에 있어서 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서, 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서의 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 58 국면에서는 제 42, 제 44, 및 제 46 국면에 있어서 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서, 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서의 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 59 국면은 제 41~제 47 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 60 국면은 제 41, 제 43, 제 45, 및 제 47 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 61 국면은 제 42, 제 44, 및 제 46 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 62 국면은 제 41, 제 43, 제 45, 및 제 47 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서, 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신프레임 내에서 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

제 63 국면은 제 42, 제 44, 및 제 46 국면에 있어서, 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 상기 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 동기신호기간, 및 최소위상변조가 실시된 기간에서 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서, 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 통신 프레임의 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서의 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 54~제 63 국면은 제 41~제 47 국면과 제 48~제 53 국면을 각각 조합시킨 것이다. 따라서, 제 54~제 63 국면은 각각 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 주파수 보정 동작에 의한 주파수 인입 과정 등에서, 위상보정 동작에서의 의사동기의 회피가 가능해지고, 또한 주신호의 기간에서의 복조신호의 위상지터의 영향을 감소시켜 수신성능을 향상시킬 수 있다.

제 64 국면은 제 40~제 63 국면에 있어서, 캐리어 동기보조신호가 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대하여 다음 패킷으로 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하고 있는 경우,

정보에 기초하여 최소위상변조가 실시되고 있는 신호의 기간을 검출하고, 상기 최소위상변조기간을 부여하는 신호를 타이밍 신호를 생성하는 단계로 출력하며, 타이밍 신호를 생성하는 단계는 동기신호기간에 부가하여 최소위상변조기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제 64 국면에 의하면 제 40~제 63 국면에 있어서, 시분할 다중화되는 위상변조신호 중, 패킷 내에 분산 배치된 캐리어 동기보조신호를 포함하는 최소위상변조신호에 부가하여 최소위상변조가 이루어져 있는 주신호도 사용하여 주파수 보정, 및 위상보정(반송파 재생)을 실시한다. 이에 의해, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

제 65 국면은 제 44~제 47 국면에 있어서, 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계는 의사동기가 발생하는 주파수를 f_g [Hz] 로 한 경우, $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1,2,\dots$)에 기초하여 위상보정 동작을 실시하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 제 65 국면에 의하면 제 44~제 47 국면에 있어서, 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계는 의사동기가 발생하는 주파수(f_g)를 스텝 단위로서 주파수를 양과 음을 번갈아가며 순차적으로 커지도록 변화시킨다. 이에 의해, 의사동기인 경우에서도 상기 스텝 동작을 반복함으로써 최종적으로 정상 동기를 실시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치의 구성을 도시한 블록도,

도 2는 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치에서 생성되는 통신 프레임의 한 예를 도시한 도면,

도 3은 도 1의 다중화/직교변조부(19)의 구성의 한 예를 도시한 블록도,

도 4는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,

도 5는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,

도 6은 프레임 동기검출부(35)가 검출하는 신호, 및 타이밍 생성부(36)가 생성하는 타이밍 신호를 도시한 도면,

도 7은 프레임 동기검출부(35)의 실시예 1의 구성을 도시한 블록도,

도 8은 프레임 동기검출부(35)의 실시예 2의 구성을 도시한 블록도,

도 9는 프레임 동기검출부(35)의 실시예 3의 구성을 도시한 블록도,

도 10은 프레임 동기검출부(35)의 실시예 4의 구성을 도시한 블록도,

도 11은 프레임 동기 검출부(35)의 실시예 5의 구성을 도시한 블록도,

도 12는 프레임 동기검출에서의 위상관계를 설명하는 도면,

- 도 13은 프레임 동기검출에서의 위상관계를 설명하는 도면,
- 도 14는 주파수 보정에서의 주파수 오차를 설명하는 도면,
- 도 15는 프레임 동기검출에서의 위상관계를 설명하는 도면,
- 도 16은 프레임 동기검출에서의 위상관계를 설명하는 도면,
- 도 17은 주파수 보정부(32)의 보다 상세한 구성을 도시한 블록도,
- 도 18은 위상보정부(34)의 보다 상세한 구성을 도시한 블록도,
- 도 19는 위상보정에서의 위상 오차를 설명하는 도면,
- 도 20은 위상보정부(34)에서 발생하는 의사동기를 설명하는 도면,
- 도 21은 위상보정부(34)에서 발생하는 의사동기를 설명하는 도면,
- 도 22는 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 23은 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,
- 도 24는 주파수 인입 판정부(42)의 보다 상세한 구성을 도시한 블록도,
- 도 25는 위상보정부(34A)의 보다 상세한 구성의 한 예를 도시한 블록도,
- 도 26은 위상보정부(34A)의 보다 상세한 구성의 한 예를 도시한 블록도,
- 도 27은 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 28은 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,
- 도 29는 위상동기검출부(43)의 실시예 1의 구성을 도시한 블록도,
- 도 30은 위상동기검출부(43)의 실시예 2의 구성을 도시한 블록도,
- 도 31은 위상동기검출부(43)의 위상동기판정부(437)에서 설정하는 임계값의 한 예를 설명하는 도면,
- 도 32는 도 27의 의사동기판정부(45)에서 실시하는 의사동기판정의 동작원리를 설명하는 도면,
- 도 33은 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 34는 타이밍 생성부(36)가 생성하는 다른 타이밍 신호를 도시한 도면,
- 도 35는 도 33의 의사동기판정부(45)에서 실시하는 의사동기판정의 동작원리를 설명하는 도면,
- 도 36은 본 발명의 제 5 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 37은 본 발명의 제 5 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,

- 도 38은 도 36의 의사동기판정부(45)의 구성의 한 예를 도시한 블록도,
- 도 39는 주파수 스텝부(46)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 40은 주파수 스텝부(46)에서의 각 신호파형을 도시한 도면,
- 도 41은 주파수 스텝의 동작원리를 설명하는 도면,
- 도 42는 본 발명의 제 6 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 43은 본 발명의 제 7 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 44는 본 발명의 제 7 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,
- 도 45는 본 발명의 제 8 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 46는 위상 지터를 설명하는 도면,
- 도 47은 위상지터와 C/N의 관계를 설명하는 도면,
- 도 48은 본 발명의 제 9 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 49는 본 발명의 제 9 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,
- 도 50은 프레임 동기판정부(47)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 51은 C/N 검출부(48)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 52는 게이트 신호 선택부(49)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 53은 위상보정부(34B)의 위상오차검출부(341)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 54는 위상보정부(34B)의 위상오차검출부(341)가 실시하는 위상오차검출동작을 설명하는 도면,
- 도 55는 본 발명의 제 10 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
- 도 56은 본 발명의 제 10 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,
- 도 57은 C/N 검출부(48A)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 58은 게이트 신호 선택부(49A)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 59는 복조모드 전환부(50)가 입력하는 각 타이밍 신호와 출력하는 복조모드 신호를 도시한 도면,
- 도 60은 위상보정부(34C)의 위상오차검출부(341)의 구성을 도시한 블록도,
- 도 61은 위상보정부(34C)의 위상오차검출부(341)가 실시하는 위상오차검출동작을 설명하는 도면,
- 도 62는 본 발명의 제 11 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,

도 63은 본 발명의 제 11 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트,
 도 64는 게이트 신호 선택부(49B)의 구성을 도시한 블록도,
 도 65는 복조모드 전환부(50A)의 구성을 도시한 블록도,
 도 66은 본 발명의 제 12 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
 도 67은 BER 검출부(51)의 구성을 도시한 블록도,
 도 68은 C/N과 비트 오류율의 관계를 도시한 도면,
 도 69는 본 발명의 제 13 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
 도 70은 BER 검출부(51A)의 구성을 도시한 블록도,
 도 71은 본 발명의 제 14 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
 도 72는 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
 도 73은 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 복조장치에서 생성되는 통신 프레임의 한 예를 도시한 도면,
 도 74는 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 복조장치의 구성을 도시한 블록도,
 도 75는 캐리어 동기보조신호 디코더(52)의 구성을 도시한 블록도,
 도 76은 타이밍 생성부(36A)가 생성하는 타이밍 신호를 도시한 도면,
 도 77은 종래의 변조장치의 구성을 도시한 블록도,
 도 78은 종래의 변조장치에서 생성되는 통신 프레임의 한 예를 도시한 도면,
 도 79는 BPSK, QPSK, 및 8PSK의 부호배치로의 매핑을 도시한 도면,
 도 80은 종래의 변조장치 및 방법에서의 MPEG 데이터 구조, 및 프레임 구조를 도시한 도면, 및
 도 81은 종래의 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다.

실시예

본 발명은 시분할 다중화되는 위상변조신호 중, 패킷 내에 분산배치된 캐리어 동기보조신호를 포함하는 BPSK를 사용하여, 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적인 캐리어 동기를 가능하게 하는 변조·복조장치 및 방법이다.

이하, 본 발명의 각 실시형태에 대해서 변조장치 및 방법(송신계)과 복조장치 및 방법(수신계)을 차례로 설명한다.

(1)송신계

도 1은 청구항 1~3, 6~8에 대응하는, 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 1에서, 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치는 프레임 동기신호/TMCC 신호생성부(11), TS 패킷 합성부(12), TMCC 오

류정정부호화부(13), 제 1 오류정정부호화부(14), 제 2 오류정정부호화부(15), 제 1 BPSK 매핑부(16), BPSK/QPSK 매핑부(17), 8PSK 매핑부(18), 다중화/직교변조부(19), 동기보조신호 생성부(20), 및 제 2 BPSK 매핑부(21)를 구비한다.

도 2는 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치에서 생성되는 통신 프레임의 한 예를 도시한 도면이다. 도 3은 도 1의 다중화/직교 변조부(19)의 구성의 한 예를 도시한 블록도이다.

이하, 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치가 실시하는 동작을 설명한다.

프레임 동기신호/TMCC 신호생성부(11)는 입력하는 TMCC 정보에 기초하여 프레임 동기신호/TMCC 신호를 생성한다. 이 프레임 동기신호/TMCC 신호는 TMCC 오류정정부호화부(13)에서 오류정정부호화가 이루어진 후, BPSK 매핑부(16)에 입력된다. BPSK 매핑부(16)는 입력하는 프레임 동기신호, 및 TMCC신호를 BPSK의 부호배치에 매핑하고(도 79의 (a)를 참조), 다중화/직교변조부(19)로 출력한다.

TS 패킷 합성부(12)는 입력하는 복수의 MPEG-TS 패킷(도 80의 (a)를 참조)을 합성하여 저계층 신호의 패킷군과 고계층 신호의 패킷군으로 구성되고, 총 패킷수가 일정값이 되는 프레임(도 80의 (b)를 참조)을 생성한다. 상기 프레임 중, 저계층 신호의 패킷군은 제 1 오류정정부호화부(14)에서 오류정정부호화가 이루어진 후, BPSK/QPSK 매핑부(17)에 입력된다. BPSK/QPSK 매핑부(17)는 입력하는 저계층 신호를 BPSK의 부호배치(도 79의 (a)를 참조) 또는 QPSK의 부호배치(도 79의 (b)를 참조)에 매핑하고, 다중화/직교변조부(19)로 출력한다. 한편, 상기 프레임 내, 고계층 신호의 패킷군은 제 2 오류정정부호화부(15)에서 오류정정부호화가 이루어진 후, 8PSK 매핑부(18)에 입력된다. 8PSK 매핑부(18)는 입력하는 고계층 신호를 8PSK의 부호배치에 매핑하고(도 79의 (c)를 참조), 다중화/직교변조부(19)로 출력한다.

동기보조신호생성부(20)는 후술하는 복조장치에서 캐리어 동기를 보조하기 위한 신호(이하, 캐리어 동기보조신호라고 약칭한다)를 생성한다. 제 2 BPSK 매핑부(21)는 동기보조신호생성부(20)가 생성한 캐리어 동기보조신호를 입력하고, BPSK의 부호배치에 매핑한 후(도 79의 (a)를 참조), 다중화/직교 변조부(19)로 출력한다.

이와 같이, 캐리어 동기보조신호에 BPSK 매핑을 실시하는 것은 복조장치가 시분할 다중화된 복수의 위상변조 중 BPSK 부분에 의해 반송파 재생이 가능하도록 하기 위해서이다.

그리고, 다중화/직교변조부(19)는 각 매핑부로부터 입력된 각 신호를 도 2에 도시한 나열로 시분할 다중화하여 통신 프레임을 생성한 후, 직교변조를 실시하여 출력한다. 여기에서 도 2에서 알 수 있는 바와 같이, 다중화/직교변조부(19)는 BPSK가 실시된 프레임 동기신호, 및 TMCC 신호, 8PSK가 실시된 고계층 신호의 패킷군, 및 BPSK 또는 QPSK가 실시된 저계층 신호의 패킷군을 단위로 하여 시분할 다중화를 실시하고, 또한 BPSK 변조된 캐리어 동기보조신호가 변조방식이 전환되는 최소단위인 패킷 내에 분산되도록 시분할 다중화(삽입)를 실시하여, 통신 프레임을 생성한다.

이 시분할 다중화는 예를 들어 도 3에 도시한 바와 같은 회로를 사용하여, 1프레임의 심볼수를 카운트하는 프레임 카운터의 출력신호로부터 각 신호의 삽입 타이밍을 제어하는 게이트 신호를 생성하고, 각각의 스위치를 전환함으로써 실시하면 좋다.

또한, 후술하는 복조장치에서 설명하지만, 캐리어 동기보조신호는 지연검파가 가능해지도록 2심볼 이상 연속하여 삽입한다. 또한, 복조특성을 향상시키기 위해, 캐리어 동기보조신호의 삽입주기를 가능한 한 짧게, 구체적으로는 200심볼 정도 또는 그 이하로 하는 것이 바람직하다.

이상과 같이, 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치에 의하면 복조장치에서 캐리어 동기를 보조하는 신호를 저 C/N 상태에 대해 강한 BPSK에 의해 변조하고, 패킷내에 분산하여 삽입한 통신 프레임을 출력한다.

이에 의해, 복조장치에서 저 C/N 상태에서도 패킷내에 분산시킨 BPSK의 캐리어 동기보조신호를 사용하여 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

(2) 수신계

다음에, 상술한 본 발명의 한 실시형태에 따른 변조장치에서 생성된 통신 프레임의 복조하는 복조장치 및 방법을 이하 차례로 설명한다.

또한, 이하의 설명에서 제 1 실시형태가 기본이 되는 복조장치이고, 제 2~제 8 실시형태는 제 1 실시형태에 대해 보다 의사동기를 회피한 복조장치, 제 9~제 14의 실시형태는, 제 1 실시형태에 대하여 보다 위상잡음을 감소시킨 복조장치이다.

(제 1 실시형태)

도 4는 청구항 9, 37, 40에 대응하는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 4에서, 제 1 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수 보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34), 프레임 동기검출부(35), 타이밍 생성부(36), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오 디코더(39), TMCC 디코더(40), 및 BER 측정부(41)를 구비한다.

또한, 주파수 보정부(32)는 주파수오차검출부(321), 주파수오차 유지부(322), 수치 제어발진부(323), 및 복소(複素) 승산부(324)를 구비한다. 위상 보정부(34)는 위상오차검출부(341), 위상오차유지부(342), 수치제어발진부(343), 및 복소승산부(344)를 구비한다.

또한, 도 4에서 굵은 선, 즉 $1/2$ 로 도시하고 있는 신호선은 복소표현되는 신호의 신호선을 도시하고 있다(이하, 각 도면에서 동일하게 한다).

우선, 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 개략을 설명한다.

직교검파부(31)는 입력하는 통신 프레임 내의 각 PSK 변조신호를 고정주파수의 국부발진신호를 사용하여 직교검파에 의해 복조하고, 동상(同相)성분(I), 직교성분(Q)의 등화(等化)저역신호를 출력한다. 주파수 보정부(32)는 직교검파부(31)가 출력하는 신호를 입력하고, 위성 안테나에서의 주파수 변환기(도시하지 않음) 등의 주파수 오차에 기인하는 주파수 오차를 타이밍 생성부(36)로부터 받는 타이밍 신호에 기초하여 보정한다.

이 주파수 보정부(32)의 각 구성에 대해서 간단하게 설명한다. 주파수 오차검출부(321)는 대역제한필터(33)가 출력하는 신호를 입력하고, 지연검파를 실시하여 주파수 오차를 검출한다. 주파수 오차 유지부(322)는 타이밍 생성부(36)로부터의 출력신호에 따라서 주파수 오차검출부(321)가 검출한 주파수 오차 중 BPSK 기간에서의 주파수 오차의 평균화를 실시한다. 수치 제어 발진부(323)는 주파수 오차 유지부(322)가 출력하는 평균화 신호에 대하여 수치 연산을 실시하는 발진신호를 출력한다. 복소 승산부(324)는 직교 검파부(31)가 출력하는 신호와 수치제어발진부(323)가 출력하는 신호를 복소승산하여 주파수 오차를 제거한다.

대역제한필터(33)는 주파수 보정부(32)가 출력하는 신호를 입력하고, 각 PSK 신호의 스펙트럼 정형을 실시한다. 프레임 동기 검출부(35)는 대역제한필터(33)가 출력하는 신호를 입력하고, 지연검파에 의해 BPSK 변조된 프레임 동기 신호, 즉 통신 프레임의 선두를 검출한다. 타이밍 생성부(36)는 프레임 동기 검출부(35)에서 검출된 프레임 선두의 정보에 기초하여, 1통신 프레임 내의 프레임 동기신호/TMCC 신호의 기간, 및 캐리어 동기보조신호의 기간을 검출하고 그 기간에 맞는 타이밍 신호(게이트 신호)를 생성한다. 위상보정부(34)는 대역제한필터(33)가 출력하는 신호를 입력하고, 그 위상 오차를 타이밍 생성부(36)로부터 받는 타이밍 신호에 기초하여 보정한다.

이 위상보정부(34)의 각 구성에 대해서 간단하게 설명한다. 위상오차검출부(341)는 대역제한필터(33)가 출력하는 신호를 복소승산부(344)를 통하여 입력하고, 미리 정한 기준 위상에 대한 위상차를 검출한다. 위상오차유지부(342)는 타이밍 생성부(36)로부터의 출력신호에 따라서, 위상오차검출부(341)가 검출한 위상오차 중 BPSK 기간에서의 위상오차의 평균화를 실시한다. 수치제어 발진부(343)는 위상오차유지부(342)가 출력하는 평균화 신호에 대하여 수치연산을 실시하여 발진신호를 출력한다. 복소승산부(344)는 대역제한필터(33)가 출력하는 신호와 수치제어발진부(343)가 출력하는 신호를 복소승산하여 위상오차를 제거한다.

제 1 오류정정부(37)는 위상보정부(34)로부터 출력되는 신호를 입력하고, 변조장치에서 고계층 패킷군, 및 저계층 패킷군에 개별적으로 오류정정부호화된 주신호에 대하여 패킷 단위로 오류정정을 실시하고, 또한 시분할 다중전송을 위해 시간축상으로 늘어서 전환한 패킷의 순번을 원래로 되돌리는 작업을 실시한다. 이 출력은 비디오 디코더(40)로 출력된다. 제 2 오류정정부(38)는 위상보정부(34)로부터 출력되는 신호를 입력하고, 변조장치에서 오류정정부호화된 TMC C 신호의 오류정정을 실시한다. 이 출력은 TMCC 디코더(40)에 출력된다. TMCC 디코더(40)는 프레임 내의 각 계층의 구획과 각 계층의 변조모드를 나타내는 TMCC정보를 검출한다. BER 측정부(41)는 오류정정부호화의 한 종류인 톨러리스 부호화가 실시되어 있는 복조한 8PSK 신호에 대하여 톨러리스 복호를 실시하여 얻은 신호에 다시 톨러리스 부호화를 실시하여, 복조한 8PSK 신호와 비교함으로써 고계층 신호의 BER을 모니터한다. 그 결과, 고계층의 복호영상의 품질이 허용값을 밑돈다고 판단된 경우에는 BER 측정부(41)는 전송로의 품질열화에 대하여 높은 내성을 갖는 저계층의 영상신호를 출력하도록 비디오 디코더(40)를 제어한다.

다음에, 제 1 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 처리의 흐름에 따라서 도 5~도 19를 더 참조하여 상세하게 설명한다.

도 5는 제 1 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트이다. 도 6은 프레임 동기검출부(35)가 검출하는 신호, 및 타이밍 생성부(36)가 생성하는 타이밍 신호를 도시한 도면이다. 도 7~도 11은 프레임 동기검출부(35)의 각 실시예의 구성을 도시한 블록도이다. 도 12~도 16은 프레임 동기검출부(35)의 각 실시예에서의 위상관계를 설명하는 도면이다. 도 17은 주파수 보정부(32)의 보다 상세한 구성을 도시한 블록도이다. 도 18은 위상보정부(34)의 보다 상세한 구성을 도시한 블록도이다.

도 5를 참조하여 복조장치는 튜너(도시하지 않음)을 통하여 직교 검파부(31)에 입력되는 신호에 대하여 우선 프레임 동기 검출부(35)에서 프레임 동기신호의 검출을 실시한다(단계 S101). 이 검출에 의해, 도 6의 (b)에 도시한 바와 같이 통신 프레임의 선두, 즉 프레임 동기신호/TMCC 신호의 선두를 검출할 수 있다.

여기에서 이와 같은 프레임 선두의 검출을 실현하는 프레임 동기검출부(35)로서는 구체적인 구성의 실시예가 5개 생각된다. 이하, 이 5개의 실시예를 차례로 설명한다.

(프레임 동기 검출부(35)의 실시예 1)

도 7은 청구항 33에 대응하는 프레임 동기 검출부(35)의 실시예 1의 구성을 도시하는 블록도이다. 도 7에서 실시예 1은 지연 검파부(351), 위상식별부(352), 및 조합부(353)를 구비한다.

지연 검파부(351)는 대역 제한 필터(33)로부터의 신호를 입력하고, 현재의 위상변조신호와 1심볼 전의 위상변조신호의 복소공역신호의 복소승산을 실시한다. 위상식별부(352)는 지연검파부(351)가 출력하는 신호의 위상을 식별하여 데이터를 복호한다. 여기에서, 위상식별부(352)는 검출대상인 프레임 동기신호가 BPSK 변조신호이므로, 도 12에 도시한 바와 같이 지연 검파부(351)의 출력신호의 위상이 -90도 이상 90도 이하(A영역)에 있는 경우에는 「0」을 출

력하고, 90도 이상 180도 이하 또는 -180도 이상 -90도 이하(B영역)에 있는 경우에는 「1」을 출력하도록 동작한다. 조합부(353)는 위상식별부(352)가 출력하는 신호와 미리 정한 프레임 동기신호의 조합을 실시하고, 프레임의 선두위치를 검출한다. 여기에서, 조합부(353)에서 참조하는 기준신호는 프레임 동기신호를 차동복호한 것이 된다.

(프레임 동기검출부(35)의 실시예2)

상기 실시예 1에서, 지연검파부(351)에 입력되는 위상변조신호에 주파수 오차가 존재하는 경우, 지연검파부(351)의 출력은 도 14에 도시한 바와 같이 위상 오차가 존재하는 것이 된다(도면 중 \times 표). 또한, 그것에 더하여 저 C/N시에서는 도 15에 도시한 바와 같이 되고, 상기 실시예 1의 위상식별방법에서는 위상오류가 발생한다.

그래서, 실시예 2는 이것에 대응한 것이다.

도 8은 청구항 33에 대응하는 프레임 동기검출부(35)의 실시예 2의 구성을 도시한 블록도이다. 도 8에서 실시예 2는 지연 검파부(351), 제 1~제 3 위상식별부(352a~352c), 및 조합부(353)를 구비한다.

지연검파부(351)는 대역제한필터(33)로부터의 신호를 입력하고, 현재의 위상변조신호와 1심볼 전의 위상변조신호의 복소공역신호의 복소승산을 실시한다. 제 1~제 3 위상식별부(352a~352c)는 지연검파부(351)가 출력하는 신호의 위상을 각각 식별하여 데이터를 복호한다. 여기에서 제 1~제 3 위상식별부(352a~352c)는 도 13에 도시한 바와 같이 각각 180도의 위상식별영역을 갖고, 또한 그 위상식별영역에 각각 다른 위상회전이 실시되어 있다.

예를 들어, 제 1 위상식별부(352a)는 도 13의 (a)에 도시한 바와 같이 지연검파부(351)의 출력신호의 위상이 -90도 이상 90도 이하(A영역)에 있는 경우에는 「0」을 출력하고, 90도 이상 180도 이하 또는 -180도 이상 -90도 이하(B영역)에 있는 경우에는 「1」을 출력하도록 동작한다. 또한, 제 2 위상식별부(352b)는 도 13의 (b)에 도시한 바와 같이 지연검파부(351)의 출력신호의 위상이 $(-90+a)$ 도 이상 $(90+a)$ 도 이하(A영역)에 있는 경우에는 「0」을 출력하고, $(90+a)$ 도 이상 180도 이하 또는 -180도 이상 $(-90+a)$ 도 이하(B영역)에 있는 경우에는 「1」을 출력하도록 동작한다. 또한, 제 3 위상식별부(352c)는 도 13의 (c)에 도시한 바와 같이 지연검파부(351)의 출력신호의 위상이 $(-90-a)$ 도 이상 $(90-a)$ 도 이하(A영역)에 있는 경우에는 「0」을 출력하고, $(90-a)$ 도 이상 180도 이하 또는 -180도 이상 $(-90-a)$ 도 이하(B영역)에 있는 경우에는 「1」을 출력하도록 동작한다. 조합부(353)는 제 1~제 3 위상식별부(352a~352c)가 출력하는 각 신호와 미리 정한 프레임 동기 신호의 조합을 각각 실시하고, 프레임 동기 신호와 일치한 어느 하나의 신호에 관련하여 프레임의 선두위치를 검출한다. 여기에서, 조합부(353)에서 참조하는 기준신호는 프레임 동기신호를 차동복호한 것이 된다.

(프레임 동기 검출부(35)의 실시예 3)

상기 실시예 2에서는 위상식별부에서의 좌표축에 위상회전을 실시하는, 즉 위상식별영역에 각각 다른 위상회전을 실시하여 위상식별을 실시했다. 그러나, 위상식별부는 위상회전을 실시하지 않고, 지연검파부(351)의 출력에 위상회전을 실시하여 위상식별을 하는 방법도 생각된다.

그래서, 실시예 3은 이에 대응한 것이다.

도 9는 청구항 34에 대응하는 프레임 동기검출부(35)의 실시예 3의 구성을 도시한 블록도이다. 도 9에서 실시예 3은 지연 검파부(351), 제 1~제 3 위상회전부(354a~354c), 3개의 위상식별부(352), 및 조합부(353)를 구비한다.

지연검파부(351)는 대역제한필터(33)로부터의 신호를 입력하고, 현재의 위상변조신호와 1심볼 전의 위상변조신호의 복소공역신호의 복소승산을 실시한다. 제 1~제 3 위상회전부(354a~354c)는 지연검파부(351)가 출력하는 신호를 입력하고, 각각 다른 위상회전을 실시하여 출력한다. 3개의 위상식별부(352)는 제 1~제 3 위상회전부(354a~354c)

가 출력하는 신호를 각각 입력하고, 동일한 위상식별영역의 기준위상에 의해 식별하여 데이터를 복호한다. 조합부(353)는 3개의 위상식별부(352)가 출력하는 각 신호와 미리 정한 프레임 동기신호의 조합을 각각 실시하고, 프레임 동기신호와 일치한 어느 하나의 신호에 관련하여 프레임의 선두위치를 검출한다.

이상에 의해, 지연검파(351)의 출력의 위상식별은 등가적으로 도 13에서 도시한 것과 동일해지고, 상기 실시예 2와 동일한 효과가 얻어진다.

또한, 상기 실시예 2,3의 설명에서는 3종류의 위상회전을 실시한 신호를 조합하도록 했지만, 가장 많은 종류의 위상회전을 실시한 신호를 사용하여 조합을 실시하면, 지연검파에 의한 프레임 동기의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

(프레임 동기 검출부(35)의 실시예 4)

도 10은 청구항 35에 대응하는 프레임 동기 검출부(35)의 실시예 4의 구성을 도시한 블록도이다. 도 10에서, 실시예 4는 지연검파부(351), 위상식별부(352), 위상회전부(355), 및 조합부(353)를 구비한다.

지연검파부(351)는 대역제한필터(33)로부터의 신호를 입력하고, 현재의 위상변조신호와 1심볼전의 위상변조신호의 복소공역신호의 복소승산을 실시한다. 위상식별부(352)는 지연검파부(351)가 출력하는 신호의 위상을 식별하여 데이터를 복호한다. 여기에서, 위상식별부(352)는 검출대상인 프레임 동기신호가 BPSK 변조신호이므로, 180도의 위상식별영역을 갖고 있다(도 12 참조). 조합부(353)는 위상식별부(352)가 출력하는 신호와 미리 정한 프레임 동기신호의 조합을 실시하고, 프레임의 선두 위치를 검출한다. 여기에서, 조합부(353)에서 참조하는 기준신호는 프레임 동기신호를 차동복호한 것이 된다. 식별위상회전부(355)는 도 16에 도시한 바와 같이 위상식별부(352)에 위상회전을 실시하고, 조합부(353)에서 프레임 동기검출이 얻어지기까지 그 회전위상을 변화시킨다.

(프레임 동기 검출부(35)의 실시예 5)

상기 실시예 4에서는 위상식별부에서의 좌표축에 위상회전을 실시하는, 즉 위상식별영역에 각각 다른 위상회전을 실시하여 위상식별을 실시했다. 그러나, 위상식별부는 위상회전을 실시하지 않고, 지연검파부(351)의 출력에 위상회전을 실시하여 위상식별하는 방법도 생각된다.

그래서, 실시예 5는 이에 대응한 것이다.

도 11은 청구항 36에 대응하는 프레임 동기 검출부(35)의 실시예 5의 구성을 도시한 블록도이다. 도 11에서, 실시예 5는 지연 검파부(351), 위상회전부(354), 위상식별부(352), 및 조합부(353)를 구비한다.

지연검파부(351)는 대역제한필터(33)로부터의 신호를 입력하고, 현재의 위상변조신호와 1심볼전의 위상변조신호의 복소공역신호의 복소승산을 실시한다. 위상회전부(354)는 지연 검파부(351)가 출력하는 신호를 입력하고, 위상회전을 실시하여 출력한다. 여기에서, 위상회전부(354)는 조합부(353)에서 프레임 동기검출이 얻어지기까지 그 회전위상을 변화시킨다. 위상식별부(352)는 위상회전부(354)가 출력하는 신호의 위상을 식별하여 데이터를 복호한다. 조합부(353)는 위상식별부(352)가 출력하는 신호와 미리 정한 프레임 동기신호의 조합을 실시하고, 프레임의 선두위치를 검출한다.

이상에 의해, 지연검파(351)의 출력의 위상식별은 등가적으로 도 16에 도시한 것과 동일해지고, 상기 실시예 4와 동일한 효과가 얻어진다.

또한, 상기 실시예 1~실시예 5의 프레임 동기 검출부(35)는 지연검파를 사용하고 있으므로, 주파수 보정부(32) 이후이면, 그 설치위치로서는 주파수 보정부(32)의 출력, 대역제한필터(33)의 출력 또는 위상보정부(34)의 출력이면, 특별히 제한하지 않는다. 또한, 후술하지만 주파수 보정부(32)에서도 지연검파를 사용하고 있으므로, 프레임 동기 검출부(35)에서의 지연 검파부(351)를 주파수 보정부(32)의 지연 검파부와 공용화함으로써 회로규모의 삭감이 가능해진다.

다시 도 5를 참조하여 프레임 동기 검출부(35)가 검출한 프레임 선두신호는 타이밍 생성부(36)에 입력된다. 타이밍 생성부(36)는 프레임 동기 검출부(35)에서 검출된 프레임 선두신호에 기초하여 1통신 프레임 내의 프레임 동기신호/TMCC 신호의 기간, 및 캐리어 동기보조신호의 기간을 검출하고, 도 6의 (c)에 도시한 바와 같은 상기 기간에 맞는 B PSK 타이밍 신호를 생성한다(단계 S102).

또한, 도 6의 (d)에 도시한 바와 같은 캐리어 동기보조신호의 기간에만 맞는 BPSK 타이밍 신호이어도, 본 발명의 유용한 효과를 갖는 것은 물론 가능하다.

여기에서, 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서, BPSK 기간에서 반송파 재생을 위해서는 BPSK 변조된 캐리어 동기보조신호의 삽입 간격, 및 삽입폭(심볼수)이 중요해진다. 삽입간격에 관해서는 그 간격이 넓어질수록 주파수 보정부(32), 및 위상보정부(34)의 유지상태가 길어지고, 적어도 주파수 오차가 잔류하고 있으면, 그 사이에서 변조신호의 위상회전이 일어나므로 각 BPSK 기간에서 동기 인입 위상이 180도 다르거나, 또는 동기 불능이 된다. 또한, 삽입심볼수에 관해서는 주파수 보정부(32)에서의 주파수 오차검출에서는 지연검파를 사용하고, 1심볼간의 위상 오차를 검출하여 그것을 주파수 오차로 하고 있으므로, 최저 2심볼은 필요해진다.

따라서, 상술한 바와 같이 변조장치에서 캐리어 동기보조신호는 2심볼 이상 연속하여 삽입하고, 삽입 간격은 200심볼 정도 또는 그 이하로 하는 것이 바람직하다.

그리고, 타이밍 생성부(36)는 생성된 BPSK 타이밍 신호(도 6의 (c)) 또는 도 6의 (d))를 주파수 보정부(32)의 주파수 오차유지부(322), 및 위상보정부(34)의 위상오차유지부(342)로 각각 출력한다(도 4 참조).

다음에, 도 17을 참조하여 주파수 보정부(32)의 동작을 설명한다.

도 17에서, 주파수 보정부(32)는 지연검파부(321a)와 위상오차검출부(321b)로 구성되는 주파수 오차검출부(321), 전환부(322a), 정수발생부(322b), 가산기(322c), 및 지연부(322d)로 구성되는 주파수 오차유지부(322), 가산기(323a), 지연부(323b), 코사인파 발생부(323c), 및 사인파 발생부(323d)로 구성되는 수치 제어 발진부(323), 및 복소승산부(324)를 구비한다.

직교검파부(31)가 출력하는 신호는 복소승산부(324), 및 대역제한필터(33)를 통하여 주파수 오차 검출부(321)의 지연 검파부(321a)에 입력된다. 지연검파부(321a)는, 현재의 n 상 PSK 변조신호($n=2^{-1}, 2^2, 2^3 \dots$, 이하 동일)와, 그 1심볼전의 n 상 PSK 변조신호의 복소공역신호의 복조승산을 실시하고, 지연검파출력을 산출한다.

이 지연검파출력의 산출식을 하기 수학적 식 1에 나타낸다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned} \text{지연검파출력} &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t1)) \cdot \\ &\quad \exp(-j(2\pi/n \cdot (D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot t0)) \\ &= \exp(j(2\pi/n \cdot (D1-D0) + 2\pi \cdot \Delta f \cdot Ts)) \end{aligned}$$

D1: n상 PSK 변조신호의 현재의 심볼의 위상상태($0 \sim (n-1)$)

D0: n상 PSK 변조신호의 1심볼전의 위상상태($0 \sim (n-1)$)

Δf : 등가저역신호의 주파수 오차 [Hz]

t_1 : 현재의 시각 [t]

t_0 : 1심볼전의 시각 [t]

T_s : 심볼주기 [t]

BPSK의 경우 상기 수학적 식 1에 의해 주파수 오차가 없다면 지연검파출력의 위상상태는 도 14 중의 ●표와 같이 $\pi \cdot n(n=0 \sim 1)$ 에 있다. 그러나, 주파수 오차 Δf 가 있으면, ×표와 같이 $2\pi \cdot \Delta f \cdot T_s(=\theta)$ 분, 위상이 ●표 보다 어긋나는 것이 된다.

그래서, 위상오차검출부(321b)에서는 주파수 오차가 없는 경우의 ●표를 수신측의 기준으로 하여, 주파수 오차가 있는 경우의 ×표와의 위상차를 주파수 오차로서 검출한다. 또한, 직교좌표계에서 처리하고 있기 때문에, 위상차를 검출하는 데는 본래 $\arctan(y/x)$ 에 의해 산출하게 되지만, 간략화하여 주파수 오차와 비례하는 양으로서 BPSK의 경우 지연검파 신호중 직교성분의 오차(Δy)를 주파수 오차로서 출력해도 좋다.

이 위상오차검출부(321b)에서 검출한 주파수 오차는 전환부(322a)를 통하여 가산기(322c), 및 지연부(322d)로 이루어진 루프 필터로 입력되고, 주파수 오차의 평균화가 이루어진다. 여기서, 주파수 오차 유지부(322)는 1통신프레임 내의 BPSK 변조가 이루어져 있는 프레임 동기 신호/TMCC신호의 기간, 및 캐리어 동기 보조신호의 기간에만 얻어지는 주파수 오차에 관해 평균화를 실시하기 때문에 타이밍생성부(36)가 출력하는 타이밍신호를 이용하여 전환부(322a)의 전환을 실시한다. 이 전환부(322a)는 타이밍신호의 BPSK변조신호의 기간(도 6의 (c) 또는 (d)에 있어서 H_i 레벨기간)에 위상오차검출부(321b)가 출력하는 주파수 오차를 루프필터에 입력하고, 그 이외의 기간에는 정수발생부(322b)가 발생하는 「정수0」를 루프필터에 입력하도록 전환을 실시한다.

그리고, 주파수오차유지부(322)의 출력신호는 수치연산발전부(NCO)(323)를 제어하고, 그곳에서 얻어지는 발전신호에 의해 복소승산부(324)에서 주파수오차가 제거된다. 이에 의해 주파수오차가 보정된다(단계 S103).

또한, 상기 설명에서는 주파수오차검출부(321)의 입력신호를 대역제한필터(33)의 출력신호로 하고 있지만, 주파수오차검출부(321)는 지연검파를 이용하고 있기 때문에 복소승산부(324) 이후의 신호이면, 즉 복소승산부(324)의 출력신호, 대역제한필터(33)의 출력신호 또는 위상보정부(34)의 출력신호이면 특별히 제한하지 않는다.

다음으로, 도 18을 참조하여 위상보정부(34)의 동작을 설명한다.

도 18에서, 위상보정부(34)는 위상오차검출부(341), 전환부(342a), 정수발생부(342b), 가산기(342c, 342e), 지연부(342d), 유지부(342f), 및 증폭기(342g)로 구성되는 위상오차유지부(342), 가산기(343a), 지연부(343b), 코사인파발생부(343c), 및 사인파발생부(343d)로 구성되는 수치제어발전부(343), 및 복소승산부(344)를 구비한다.

위상보정부(34)의 동작 초기의 시점에서 대역제한필터(33)의 출력신호는 주파수보정부(32)에서 주파수 오차는 제거되었지만 수치제어발전부(343)의 출력신호와와는 위상이 다르기 때문에 복소승산부(344)의 출력은 위상오차를 포함하고 있다. 위상오차를 포함한 복소승산부(344)의 출력은 위상오차검출부(341)에 입력된다. 위상오차검출부에서(341)의 위상오차검출은 도 19에 도시한 바와 같이 ○표로 나타낸 수신측의 기준 위상에 대해 위상 오차($\Delta \phi$)가 있는 수신신호 ×표와의 위상차를 검출한다. 또한, 직교좌표계(I, Q평면)에서 처리하고 있기 때문에 위상 오차를 검출하는 데는

본래 $\arctan(Q/I)$ 에 의해 산출하게 되지만, 간략화하여 위상오차와 비례하는 양으로서 BPSK의 경우, 직교성분의 오차 (ΔQ)를 위상오차로서 출력해도 좋다.

위상오차검출부(341)에서 검출한 위상오차는 전환부(342a), 및 유지부(342f)를 통하여 가산기(342c, 342e), 지연부(342d), 및 증폭기(342g)로 이루어진 루프필터에 입력되고, 위상오차신호의 평균화가 이루어진다. 위상오차유지부(342)에서의 루프필터는 증폭부(342g)를 통하여 가산기(342e)에 들어가는 직접계와, 가산기(342c), 및 지연부(342d)를 통하여 들어가는 적분계로 이루어지며, 직접계는 위상오차의 보정을 위해 이용하고, 적분계는 주파수보정부(32)에서 제거하지 않은 작은 주파수 오차를 보정하기 위해 이용한다. 증폭기(342g)는 직접계와 적분계의 이득배분을 결정한다.

여기서, 위상오차유지부(342)는 1통신프레임내의 BPSK변조가 이루어져 있는 프레임동기신호/TMCC신호의 기간, 및 캐리어 동기 보조신호의 기간에만 얻어지는 위상 오차에 관해 평균화를 실시하기 위해 타이밍생성부(36)가 출력하는 타이밍신호를 이용하여 전환부(342a)의 전환, 및 유지부(342f)의 제어를 실시한다. 이 전환, 및 제어는 타이밍신호의 BPSK변조신호의 기간(도 6의 (c) 또는 (d)에 있어서, H1레벨기간)에 위상오차검출부(341)가 출력하는 위상오차를 루프필터에 입력하도록 실시한다.

루프필터의 적분계에서 BPSK변조신호기간은 위상오차검출부(341)의 출력신호를 가산기(342c)에 입력하고, 그 이외의 기간에는 정수 발생부(342b)가 발생하는 「정수0」를 입력하도록 전환부(342a)를 전환한다. 또한, 루프필터의 직접계에서 BPSK변조신호기간은 위상오차검출부(341)의 출력신호를 증폭기(342g)를 통하여 가산기(342e)에 출력하고, 그이외의 기간에는 이전의 BPSK변조신호기간의 위상오차검출부(341)의 출력신호를 유지하여 가산기(342e)에 출력하도록 유지부(342f)를 제어한다.

그리고, 위상오차유지부(342)의 출력신호는 수치연산발전부(NCO) (343)를 제어하고, 여기서 얻어지는 발전신호에 의해 복소승산기(344)에서 위상 오차가 제거된다. 이에 의해 위상오차가 보정된다(단계 S104). 그 후 정상상의 복조처리로 이행한다(단계 S105).

여기서의 정상적인 복조처리라는 것은 위상보정부(34)가 위상 동기한 후의 복조 동작을 말하며, 잡음 등의 영향으로 주파수보정부(32)에서의 주파수 오차의 변동에 의해 수치제어발전수단(323)의 발전주파수가 변화하여 위상보정부(34)에서의 위상동기를 벗어나지 않도록 하는 것이다. 예를 들면 한번 위상 동기한 후, 어떤 원인으로 위상 동기가 벗어나기까지는 주파수보정부(32)의 주파수오차유지부(322)의 계수 갱신을 정지하거나 루프 이득을 낮추는(감도를 낮추는) 등의 처리를 실시한다.

또한, 도 5의 플로우차트에서는 주파수보정부(32)의 동작(단계 S103)과 위상보정부(34)의 동작(단계 S104)을 각각 개별적인 단계로 기재하였지만, 단계(S103)에서 위상보정부(34)가 동작해도 전혀 문제는 없다(이하, 각 실시형태에서의 단계(S103))의 처리에 있어서도 동일).

이상과 같이, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 의하면 시분할 다중화되는 위상변조신호중, 패킷내에 분산 배치된 캐리어 동기 보조신호를 포함하는 BPSK를 이용하여 반송파 재생을 실시함으로써 저 C/N 상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

또한, 입력주파수 오차가 클 때도 지연 검파에 의한 프레임 동기 검출의 오동작을 없애 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

(제 2 실시형태)

본 발명의 제 2 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서 위상보정부(34)에서의 의사 동기화에 의한 오동작을 회피하는 것이다.

따라서, BPSK 변조된 캐리어 동기 보조 신호를 이용하여 위상 보정하는 경우의 의사 동기화에 대해서 우선 설명한다.

의사동기라는 것은 변조장치에서의 캐리어 동기 보조 신호의 삽입 주기가 일정하고(도 2 참조), 위상보정부(34)로의 입력주파수 오차가 캐리어 동기 보조신호의 삽입 주기에서 위상이 $180\text{도} \times m$ (m 은 0이외의 임의의 정수) 회전하는 주파수인 경우, 위상 보정부(34)가 캐리어 동기 보조 신호 주기로 본래의 위상 오차를 식별할 수 없어져 다른 위상으로 동기해버리는 것을 말한다.

예를 들면, 도 20에 도시한 바와 같이 주파수 오차에 의해 캐리어 동기 보조신호 삽입 주기(도면 중 ①→②)에서 위상이 180도 회전하는 경우(도면 중 A), 위상 보정부(34)의 위상오차검출에서는 캐리어 동기 보조신호 삽입주기(도면 중 ①→②)에서의 위상 변화를 검출할 수 없고, 이 경우 각각의 시각(도면 중 ①, ②)에서 각도 β 의 위상 오차를 검출할 뿐이다(도면 중 B).

위상보정부(34)는 이와 같이 검출된 위상오차신호에 기초하여 위상 보정을 실시하는 것에 의해 주파수 오차가 있음에도 불구하고 의사적으로 캐리어 동기가 되고, 정상 복조 동작으로 이행하여 안정적으로 된다. 그 의사 동기가 되는 주파수(Δf)는 하기 수학식 2로 나타내는 바와 같이 된다.

수학식 2

$$\Delta f = (m \times 180\text{도}) / 360\text{도} \times f_{\text{sym}} / S$$

f_{sym} : 심볼 주파수(변조속도) [Hz]

S: 캐리어 동기 보조신호 삽입주기[심볼]

m: 임의의 정수($\pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$)

예를 들면, 심볼 주파수가 20Mbaud, 주기가 207심볼인 경우, 도 21에 도시한 바와 같이 각 주파수로 의사동기가 될 수 있다.

이하, 상술한 의사 동기화에 의한 오동작을 회피하는 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 22는 청구항 10, 청구항 37, 청구항 41에 대응하는 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 22에 있어서, 제 2 실시형태에 따른 복조장치는 직교 검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34A), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 주파수인입검출부(42), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 23은 제 2 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 나타내는 플로우차트이다.

도 22에 도시한 바와 같이, 제 2 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 주파수 보정부(32)에서의 주파수 인입 상태를 검출하는 주파수 인입 검출부(42)를 또한 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34A)로 대신한 구성이다.

또한, 제 2 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 도 23에 있어서 도 5와 동일한 처리를 실시하는 단계에 대해서는 동일한 단계 번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

우선, 도 24를 참조하여 주파수 인입 검출부(42)의 동작을 설명한다.

도 24는 도 22의 주파수 인입 검출부(42)의 보다 상세한 구성을 도시한 블록도이다. 도 24에 있어서, 주파수 인입 검출부(42)는 지연검파부(421a)와 위상오차검출부(421b)로 구성되는 주파수오차검출부(421), 전환부(422), 정수발생부(423), 가산기(424a), 지연부(424b), 적분부(424c), 정수발생부(424d)로 구성되는 적분부(424), 및 타이밍발생부(425), 절대값화부(427), 및 주파수 인입 판정부(426)를 구비한다.

대역제한필터(33)가 출력하는 신호는 지연검파부(421a)에 입력된다. 지연검파부(421a)는 다른 지연검파부와 마찬가지로 현재의 n 상 PSK 변조신호와 그 1심볼전의 n 상 PSK 변조신호의 복소 공역 신호와의 복소 승산을 실시하고, 지연 검파 출력을 산출한다. 이 지연 검파 출력의 산출식은 상기 수학식 1에 나타낸 바와 같다.

그리고, 위상오차검출부(421b)는 상술한 바와 같이 주파수 오차가 없는 경우의 ●표를 수신측의 기준으로 하여 주파수 오차가 있는 경우의 ×표와의 위상차를 주파수 오차로서 검출한다(도 14 참조).

이 위상오차검출부(421b)에서 검출한 주파수 오차는 전환부(422)를 통하여 가산기(424a)에 입력되고, 어느 일정기간마다 주파수오차의 평균화가 이루어진다. 여기서, 1통신프레임내의 BPSK 변조가 이루어져 있는 프레임 동기신호/T MCC신호의 기간, 및 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 주파수 보정부(32)에서의 주파수 인입 검출을 실시하기 위해, 타이밍발생부(36)가 출력하는 타이밍신호(도 6의 (c) 또는 (d))를 이용하여 전환부(422)의 전환을 실시한다. 이 전환부(422)는 타이밍신호의 BPSK 변조신호의 기간(도 6의 (c) 또는 (d)에 있어서 Hi레벨기간)에 위상오차검출부(421b)가 출력하는 주파수 오차를 적분부(424)에 입력하고, 그 이외의 기간에는 정수발생부(423)가 발생하는 「정수0」를 적분부(424)에 입력하도록 전환을 실시한다. 타이밍발생부(425)는 일정 주기의 타이밍 펄스를 발생하고, 전환부(424c)를 제어한다. 적분부(424)는 타이밍발생부(425)가 발생하는 타이밍펄스에 따라서 가산기(424a)의 입력을 지연부(424b)의 피드백 출력 또는 정수발생부(424d)가 발생하는 「정수0」 중 어느 것으로 전환하여 일정기간마다의 평균화한 주파수 오차를 출력한다. 적분부(424)가 출력하는 평균화 주파수 오차는 절대값화부(427)에서 양의 값으로 변환된 후, 주파수 인입 판정부(426)로 출력된다. 주파수 인입 판정부(426)는 절대값화부(427)가 출력하는 양의 값의 평균화 주파수 오차를 입력하고, 타이밍발생부(425)가 타이밍펄스를 발생했을 때, 해당 평균화 주파수 오차가 미리 정한 임계값을 밑도는지 여부에 따라서 주파수 인입을 판정한다(단계 S201).

그리고, 이 판정 결과, 평균화 주파수 오차가 미리 정한 임계값을 밑도는 경우, 주파수 인입 판정부(426)는 주파수 인입이 이루어진, 즉 주파수보정부(32)가 위상보정부(34)에서 의사 동기하지 않은 주파수까지 주파수 보정되었다고 판단하고, 위상보정부(34)를 재동작시키도록 위상보정부(34)를 재설정하는 신호를 출력한다.

여기서, 주파수 인입 판정부(426)에서의 임계값에 대해서는 위상보정부(34)가 의사 동기하지 않은 주파수까지 주파수 보정부(32)가 주파수보정할 수 있는지 여부를 판정할 수 있도록 미리 설정하면 좋다. 또한, 의사 동기가 되는 주파수는 상기 수학식 2에 나타낸 바와 같다.

예를 들면, 심볼 주파수가 20Mbaud, 주기가 207심볼인 경우, 도 21에 도시한 바와 같이 의사 동기 주파수가 있고, 또 각각의 의사 동기 주파수를 중심으로 위상 보정부(34)의 인입 주파수 범위가 존재하기 때문에 주파수 인입 판정부(426)에서의 임계값으로는 하기 수학식 3으로 나타내는 주파수(Δf) 이하로 설정하는 것이 바람직하다.

수학식 3

$$\Delta f = 1/2 \times 180^\circ / 360^\circ \times f_{\text{sym}} / S$$

f_{sym} : 심볼 주파수(변조속도) [Hz]

S: 캐리어 동기 보조 신호 삽입 주기[심볼]

다음으로, 도 25를 참조하여 위상 보정부(34A)의 동작을 설명한다.

도 25는 위상보정부(34A)의 보다 상세한 구성의 한 예를 도시한 블록도이다. 도 25에 도시한 바와 같이, 위상보정부(34A)는 위상보정부(34)의 구성에 위상오차유지부(342)에 있어서 전환부(342h)와 정수발생부(342i)를 또한 부가한 구성이다.

또한, 도 25에 있어서, 도 18과 동일한 참조번호를 붙인 구성부분은 동일한 동작을 실시하는 구성부분이기 때문에 그 설명을 생략한다.

주파수 인입 판정부(426)가 출력하는 재설정 신호는 위상오차유지부(342)의 유지부(342f), 및 전환부(342h)에 입력된다. 유지부(342f)는 재설정신호에 기초하여 직접계에서의 위상오차신호를 초기화한다. 전환부(342h)는 재설정신호에 기초하여 가산기(342c)로의 피드백신호를 정수발생부(342i)가 출력하는 「정수0」로 전환하는 것으로 적분계에서의 위상오차신호를 초기화한다.

이에 의해, 위상보정부(34A)에 있어서, 재설정 동작후에 위상오차유지부(342)로 입력되는 위상오차신호에 대해, 즉 의사동기가 발생하지 않은 주파수까지 주파수 보정이 이루어진 주파수 보정부(32)의 출력신호에 있어서, 새롭게 위상보정이 실시된다(단계 S202). 그 후, 정상 복조 처리로 이행한다(단계 S105).

또한, 도 26에 도시한 바와 같이, 수치 제어 발진부(343)에서도 전환부(343e)와 정수발생부(343f)를 설치하고, 상기 전환부(342h), 및 정수발생부(342i)가 동일한 동작을 병행해서 실시해도 좋다. 이와같이 병행하여 재설정 동작을 실시하는 것으로 보다 확실하게 초기화를 실시할 수 있다.

이상과 같이, 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 복조장치는 주파수 인입 검출부(42)를 설치하고, 주파수보정부(32)에서 위상보정부(34A)가 의사 동기하지 않은 주파수까지 주파수 보정이 실시되고 나서 위상보정부(34A)를 재설정하여 재동작시킨다.

이에 의해 주파수보정부(32)에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정부(34A)에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

또한, 제 2 실시형태에 따른 복조장치에서, 주파수 인입 검출부(42)는 지연검파를 이용하고 있기 때문에, 주파수 보정부(32) 이후이면 그 설치 위치로서는 주파수보정부(32)의 출력, 대역제한필터(33)의 출력 또는 위상보정부(34A)의 출력이면 특별히 제한받지 않는다.

또한, 주파수 인입 검출부(42)의 주파수오차검출부(421)는 주파수보정부(32)의 주파수오차검출부(321)와 동일한 기능을 갖고 있기 때문에, 양쪽의 주파수오차 검출부를 공용화하는 것도 가능하다. 공용화한 경우, 회로 규모의 삭감을 도모할 수 있다.

(제 3 실시형태)

본 발명의 제 3 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 2 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서, 위상보정부(34)에서의 의사 동기예 의한 오동작을 회피하는 것이다.

이하, 상술한 의사동기에 의한 오동작을 회피하는 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 27은 청구항 11, 청구항 37, 청구항 42에 대응하는 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 27에 있어서, 제 3 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34A), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 위상동기검출부(43), 오류정정검출부(44), 의사동기

판정부(45), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 28은 제 3 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트이다.

도 27에 도시한 바와 같이, 제 3 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 위상동기검출부(43), 오류정정검출부(44), 및 의사동기판정부(45)를 더 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34A)로 대신한 구성이다.

또한, 제 3 실시형태에 따른 복조장치의 그 외의 구성은 상기 제 1, 및 제 2 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 도 28에 있어서 도 5와 동일한 처리를 실시하는 단계에 대해서는 동일한 단계 번호를 붙이고 그 설명은 생략한다.

우선, 위상동기검출부(43)의 동작을 설명한다.

튜너(도시하지 않음)를 통하여 입력되는 신호는 상기 제 1 실시형태에서 설명한 바와 같이 주파수 보정, 및 위상 보정이 이루어진 후(단계 S301), 위상동기검출부(43)로 입력된다. 위상동기검출부(43)는 입력되는 보정후의 신호에 대해 BPSK변조가 이루어져 있는 캐리어 동기보조신호의 기간만의 위상동기/위상비동기의 검출을 실시한다.

이 위상동기검출부(43)로서는 구체적인 구성의 실시예가 2가지 생각된다. 이하, 이들 2개의 실시예를 차례로 설명한다.

(위상동기검출부(43)의 실시예 1)

도 29는 위상동기검출부(43)의 실시예 1의 구성을 도시한 블록도이다. 도 29에 있어서, 위상동기검출부(43)는 위상오차검출부(431), 절대값화부(432), 전환부(433), 정수발생부(434), 가산기(435a), 지연부(435b), 전환부(435c), 및 정수발생부(435d)로 구성되는 적분부(435), 타이밍발생부(436), 및 위상동기판정부(437)를 구비한다.

위상보정부(34A)가 출력하는 신호는 위상오차검출부(431)에 입력된다. 위상오차검출부(431)는 상술한 바와 같이 위상 오차가 없는 경우의 ○표를 수신측의 기준으로 하여 위상오차가 있는 경우의 ×표와의 위상차를 위상 오차($\Delta \Phi$ [도])로서 검출한다(도 19 참조). 위상오차검출부(431)에서 검출한 위상오차($\Delta \Phi$)는 절대값화부(432)에서 양의 값 $|\Delta \Phi|$ 으로 변환된다. 그리고, 절대값화부(432)가 출력하는 위상오차 $|\Delta \Phi|$ 는 전환부(433)를 통하여 가산기(435a)에 입력되고, 어느 일정기간마다 위상오차 $|\Delta \Phi|$ 의 평균화가 이루어진다. 여기서, 1통신프레임내의 BPSK변조가 이루어져 있는 캐리어 동기 보조신호의 기간에만 위상동기검출을 실시하기 때문에 타이밍발생부(36)가 출력하는 타이밍신호(도 6의 (d))를 이용하여 전환부(433)의 전환을 실시한다. 이 전환부(433)는 타이밍신호의 BPSK변조신호의 기간(도 6의 (d)에 있어서 H레벨기간)에 절대값화부(432)가 출력하는 위상오차 $|\Delta \Phi|$ 를 적분부(435)에 입력하고, 그이외의 기간에는 정수발생부(434)가 발생하는 「정수0」를 적분부(435)에 입력하도록 전환을 실시한다. 타이밍발생부(436)는 일정주기의 타이밍펄스를 발생하고, 전환부(435c)를 제어한다. 적분부(435)는 타이밍발생부(436)가 발생하는 타이밍펄스에 따라서 가산기(435a)의 입력을 지연부(435b)의 피드백 출력 또는 정수발생부(435d)가 발생하는 「정수0」중 어느 하나로 전환하는 것으로 일정기간마다 평균화한 위상오차 $|\Delta \Phi|$ 를 출력한다. 위상동기판정부(437)는 적분부(435)가 출력하는 평균화위상오차를 입력하고, 타이밍발생부(436)가 타이밍 펄스를 발생할 때, 해당 평균화 위상오차가 미리 정한 임계값을 밑도는지 여부에 따라서 위상 동기를 판정한다(단계 S302). 그리고, 이 판정 결과, 평균화 위상 오차가 미리 정한 임계값을 밑도는 경우, 위상동기판정부(437)는 위상 동기가 취해졌다고 판단하고, 해당 결과를 의사 동기 판정부(45)에 대해서 출력한다.

여기서, 위상동기판정부(437)에서의 임계값에 대해서는 복조장치(437)의 사용 목적 또는 특성 등에 따라서 임의로 설정할 수 있지만, 예를 들어 완전히 위상 동기가 벗어나 있을 때(의사동기도 하지 않을 때)는 도 31의 (a)에 도시한 바와 같이 위상 회전이 잔류하고, 360도 전체에 걸쳐 심볼이 같은 확률로 존재하게 되기 때문에 절대값화부(432)에서 양의 값(제 1 상한)화를 실시한 후, 그 위상 오차의 평균값이 되는 45도 또는 그 이하로 설정하면 좋다(도 31의 (b)).

(위상 동기 검출부(43)의 실시예 2)

도 30은 위상동기검출부(43)의 실시예 2의 구성을 도시한 블록도이다. 도 30에 있어서, 위상동기검출부(43)는 절대값화부(432A, 432B), 비교부(438), 전환부(433), 정수발생부(434), 가산기(435a), 지연부(435b), 전환부(435c), 및 정수발생부(435d)로 구성되는 적분부(435), 타이밍발생부(436), 및 위상동기판정부(437)를 구비한다.

위상보정부(34A)가 출력하는 신호는 I(동상) 성분 신호가 절대값화부(432A)로, Q(직교) 성분 신호가 절대값화부(432B)로 각각 입력된다. 절대값화부(432A)는 입력한 I성분신호를 양의 값 $|I|$ 로 변환한다. 절대값화부(432B)는 입력한 Q성분 신호를 양의 값 $|Q|$ 로 변환한다. 비교부(438)는 절대값화부(432A)가 변환한 값 $|I|$ 과 절대값화부(432B)가 변환한 값 $|Q|$ 을 입력하고, 양쪽 값을 비교하여 $|I| > |Q|$ 의 경우에 비교값 「1」을, $|I| \leq |Q|$ 의 경우에 비교값 「0」을 출력한다. 비교부(438)가 출력하는 비교값은 전환부(433)를 통하여 가산기(435a)에 입력되고, 어느 일정기간마다 평균화가 이루어진다. 여기서, 1통신프레임내의 BPSK변조가 이루어져 있는 캐리어 동기 보조신호의 기간에만 위상 동기 검출을 실시하기 때문에 타이밍생성부(36)가 출력하는 타이밍신호(도 6의 (d))를 이용하여 전환부(433)의 전환을 실시한다. 이 전환부(433)는 타이밍신호의 BPSK변조신호의 기간(도 6의 (d))에 있어서 H레벨기간에 비교기(438)가 출력하는 비교값을 적분부(435)에 입력하고, 그이외의 기간에는 정수발생부(434)가 발생하는 「정수0」을 적분부(435)에 입력하도록 전환을 실시한다. 타이밍발생부(436)는 일정 주기의 타이밍펄스를 발생하고, 전환부(435c)를 제어한다. 적분부(435)는 타이밍발생부(436)가 발생하는 타이밍 펄스에 따라서 가산기(435a)의 입력을 지연부(435b)의 피드백 출력 또는 정수 발생부(435d)가 발생하는 「정수0」중 어느 하나로 전환하는 것으로 일정기간마다의 평균화한 비교값을 출력한다. 위상 동기 판정부(437)는 적분부(435)가 출력한 평균화 비교값을 입력하고, 타이밍 발생부(436)가 타이밍 펄스를 발생할 때, 해당 평균화 비교값이 미리 정한 임계값을 밑도는지 여부에 따라서 위상 동기를 판정한다(단계 S302). 그리고, 이 판정 결과 평균화비교값이 미리 정한 임계값을 밑도는 경우, 위상동기판정부(437)는 위상 동기가 취해졌다고 판단하고, 해당 결과를 의사 동기 판정부(45)에 대해서 출력한다.

여기서, 위상 동기 판정부(437)에서의 임계값에 대해서는 복조장치(437)의 사용목적 또는 특성 등에 따라서 임의로 설정할 수 있지만, 예를 들어 완전히 위상 동기가 벗어나 있을 때(의사 동기도 하지 않을 때)는 도 31의 (a)에 도시한 바와 같이 위상 회전이 잔류하고, 360도 전체에 걸쳐 심볼이 동일한 확률로 존재하게 되어 $|I| > |Q|$ 의 영역에 들어가는 확률이 1/2이 되기 때문에 적분부(435)에서 실시한 적분횟수의 과반수 또는 그 이하로 설정하면 좋다(도 31의 (b)).

다음으로, 오류 정정 검출부(44)의 동작에 대해서 설명한다.

오류 정정 검출부(44)는 제 2 오류정정부(38)가 오류 정정 과정에서 출력하는 오류 정정 불가를 나타내는 신호, 및 오류 잔류를 나타내는 신호를 입력한다. 그리고, 오류 정정 검출부(44)는 TMCC신호에 대해 바른 오류 정정이 실시되어 있는지 여부를 검출하고(단계 S303), 이 검출 결과를 의사 동기 판정부(45)에 대해 출력한다.

다음으로, 도 32를 참조하여 의사 동기 판정부(45)의 동작을 설명한다.

위상동기검출부(43)의 검출 결과, 및 오류정정검출부(44)의 검출 결과는 의사동기판정부(45)에 입력된다. 의사동기판정부(45)는 우선 위상동기검출부(43)의 판정 결과로부터 위상 동기가 취해졌는지 여부를 판단한다. 이 판단으로 위상 동기가 취해져 있는 경우, 의사 동기 판정부(45)는 계속해서 이 위상 동기가 정상 동기인지 의사동기인지를 오류 정정부(44)의 판정결과로부터 판단한다.

이와 같이 판단하는 이유는 이하와 같다.

위상동기검출부(43)에서는 위상비동기에 대해서는 확실히 판단할 수 있지만, 캐리어 동기 보조신호의 기간만으로 위상 동기를 판단하고 있기 때문에 위상 동기가 취해져 있어도 그 동기가 정상 동기인지 의사 동기인지까지는 판단할 수 없다. 예를 들면 수신신호가 캐리어 동기 보조신호의 삽입 간격으로 위상이 180도 회전한 주파수 오차를 발생하는 경우, 캐리어 동기 보조신호의 기간만의 위상 동기 판단에서는 도 32의 (a)에 도시한 바와 같이 외견상 동기가 취해져 있다고 판단되기 때문이다(즉, 의사동기). 한편, 의사 동기의 경우, TMCC신호기간의 위상보정부(34A)의 출력신호는 도 32의 (b)에 도시한 바와 같이 크게 위상이 회전하고 있기 때문에(도면중 화살표) 제 2 오류 정정부(38)에서 정정할 수 없는 비트 오류(도면중 빗금친 부분)가 포함되게 된다. 따라서, 제 2 오류 정정부(38)가 TMCC신호에 대해 정상적으로 오류 정정할 수 있는지 여부를 검출하는 것으로 의사 동기인지를 판단할 수 있는 것이다.

이와 같이, 의사동기판정부(45)는 위상동기검출부(43)의 검출 결과에 따라서 위상의 동기/비동기를 판단하고, 오류 정정 검출부(44)의 검출 결과에 따라서 정상 동기/의사 동기를 판단하고 있다. 이 판단방법을 하기 표 1에 나타낸다.

[표 1]

위상동기검출부(43)의 검출결과(캐리어 동기 보조신호 기간의 동기)	오류정정검출부(44)의 검출결과(TMCC신호기간의 오류정정의 가부)	판정
동기 있음	오류 정정 가능	정상동기
동기 있음	오류 정정 불가	의사동기
동기 없음	-	비동기

그리고, 의사 동기 판정부(45)는 상기 판정을 실시한 결과, 정상동기라고 판단한 경우는 그대로 정상적인 복조처리로 이행하고(단계 S105), 의사동기라고 판단한 경우는 위상보정부(34A)에 대해 위상 보정 동작을 재설정하는 신호를 출력한다(단계 S304). 이 재설정 신호는 예를 들어 위상 보정부(34A)를 동작시키는데 충분한 펄스신호 등으로 임의로 설정할 수 있다.

이 의사동기판정부(45)가 출력하는 재설정신호에 기초하여 위상보정부(34A)가 실시하는 재설정 동작은 상기 제 2 실시형태에서 설명한 것과 동일하며, 여기서의 설명은 생략하지만, 재설정 동작을 지시하는 목적이 각각 다르다. 즉, 상기 제 2 실시형태에서는 주파수 보정이 정상적으로 실시된 후에 위상 보정 동작을 개시하기 위한 초기화 동작으로서의 재설정 동작의 지시이며, 제 3 실시형태에서는 최종 결과로서 정상 동기가 이루어져 있지 않은 경우에 다시한번 위상보정을 하기 위한 재설정 동작의 지시이다.

이상과 같이, 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 복조장치는 캐리어 동기 보정신호 기간에서의 위상 동기의 검출과 TMC C신호의 오류 정정 가부의 검출을 실시하고, 해당 검출 결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기의 경우에는 위상보정부(34A)를 재설정하여 재동작시킨다.

이에 의해 주파수보정부(32)에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상 보정부(34A)에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

또한, 위상동기검출부(43)에서, 상기 실시예 1을 이용한 경우, 그 중에 포함되는 위상오차검출부(431)는 위상보정부(34A)가 포함되는 위상오차검출부(341)와 동일한 기능을 갖고 있기 때문에 양쪽의 위상 오차 검출부를 공용화하는 것이 가능하다. 공용화한 경우는 회로 규모의 삭감을 도모할 수 있다.

(제 4 실시형태)

본 발명의 제 4 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 2, 및 제 3 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에서 위상보정부(34)에서의 의사동기에 의한 오동작을 회피하는 것이다.

이하, 상술한 의사 동기에 의한 오동작을 회피하는 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 33은 청구항 12, 청구항 37, 청구항 43에 대응하는 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 33에 있어서, 제 4 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34A), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 제 1 위상 동기 검출부(43A), 제 2 위상 동기 검출부(43B), 의사동기판정부(45), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오통과부(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 33에 도시한 바와 같이, 제 4 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 제 1 위상 동기 검출부(43A), 제 2 위상 동기 검출부(43B) 및 의사동기판정부(45)를 더 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34A)로 대신한 구성이며, 또 상기 제 3 실시형태에 따른 복조장치에 대해 위상 동기 검출부(43)를 제 1 위상 동기 검출부(43A)로, 오류정정검출부(44)를 제 2 위상 동기 검출부(43B)로 대신한 구성이 된다.

또한, 제 4 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1~제 3 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 제 4 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 처리 단계는 상기 제 3 실시형태에서 도 28에 도시한 처리 단계와 동일하기 때문에 그 설명을 생략한다.

이하, 제 4 실시형태에 따른 복조장치가 상기 제 3 실시형태에 따른 복조장치와 다른 동작을 실시하는 부분에 대해서 설명한다.

우선, 타이밍생성부(36)는 프레임동기검출부(35)에서 검출된 프레임 선두 신호에 기초하여 프레임 동기 신호/TMCC 신호의 기간, 및 캐리어 동기 보조 신호의 기간의 타이밍 신호(도 6의 (c) 참조), 및 캐리어 동기 보조 신호의 기간만의 타이밍 신호(도 6의 (d) 참조)를 생성하는 것 외에 프레임 동기 신호/TMCC 신호의 기간만의 타이밍 신호(도 34)를 생성한다. 이 프레임 동기 신호/TMCC 신호의 기간만의 타이밍 신호는 제 2 위상 동기 검출부(43B)로 출력된다.

제 1 위상 동기 검출부(43A), 및 제 2 위상 동기 검출부(43B)는 상기 제 3 실시형태에서 설명한 구성(도 29 또는 도 30)과 동일하다. 제 1 위상 동기 검출부(43A)에서는 전환부(433)의 제어에 캐리어 동기 보조 신호의 기간만의 타이밍 신호가 이용되며, 주파수 보정, 및 위상 보정 후의 신호에 대해 해당 기간에서의 위상의 동기/비동기의 검출이 실시된다(도 28, 단계 S302). 제 2 위상 동기 검출부(43B)에서는 전환부(433)의 제어에 프레임 동기 신호/TMCC 신호의 기간만의 타이밍 신호가 이용되고, 주파수 보정, 및 위상 보정 후의 신호에 대해 해당 기간에서의 위상의 동기/비동기의 검출이 실시된다(도 28, 단계 S303).

그리고, 제 1 위상 동기 검출부(43A), 및 제 2 위상 동기 검출부(43B)는 위상 동기가 취해졌는지 여부의 검출 결과를 의사 동기 판정부(45)로 각각 출력한다.

의사 동기 판정부(45)는 제 1 위상 동기 검출부(43A), 및 제 2 위상 동기 검출부(43B)의 검출 결과에 기초하여 하기 표 2에 나타내는 판단을 실시하고, 정상 동기라고 판단한 경우는 그대로 정상적인 복조처리로 이행하고(도 28, 단계 S105), 의사동기라고 판단된 경우는 위상보정부(34A)에 대해서 위상 보정 동작을 재설정하는 신호를 출력한다(도 28, 단계 S304).

[표 2]

제 1 위상동기검출부(43A)의 검출결과(캐리어 동기 보조신호 기간의 동기)	제 2 위상동기검출부(43B)의 검출결과(TMCC신호기간의 동기)	판정
동기 있음	동기 있음	정상동기
동기 있음	동기 없음	의사동기
동기 없음	-	비동기

또한, 상기 판단의 이유는 상술한 제 2 오류정정부(38)에서의 경우와 동일한 이유로, 즉 제 1 위상동기검출부(43A)에서는 캐리어 동기 보조신호 기간에서 위상 동기를 검출하고 있기 때문에 의사동기시에도 도 35의 (a)에 도시한 바와 같이 의견상 동기가 취해져 있지만, 제 2 위상동기검출부(43B)에서는 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간에서 위상 동기를 검출하고 있기 때문에 의사 동기시에는 도 35의 (b)에 도시한 바와 같이 크게 위상이 회전하고(도면중 화살표), 위상 동기가 취해져 있지 않다고 판단할 수 있기 때문이다. 따라서, 이 위상 비동기를 검출하는 것으로 의사동기라는 것을 판단할 수 있다.

이상과 같이, 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 복조장치는 캐리어동기보조신호 기간에서의 위상동기의 검출과 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간에서의 위상동기의 검출을 실시하고, 해당 검출결과로부터 정상동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사동기인 경우에는 위상보정부(34A)를 재설정하여 재동작시킨다.

이에 의해 주파수보정부(32)에 의한 주파수 인입 과정 등에 있어서 위상보정부(34A)에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

또한, 제 1 위상동기검출부(43A), 및 제 2 위상동기검출부(43B)에서 상기 실시예 1을 이용한 경우, 그 중에 포함되는 위상오차검출부(431)는 위상보정부(34A)에 포함되는 위상오차검출부(341)와 동일한 기능을 갖고 있기 때문에 양쪽의 위상 오차 검출부를 공용화하는 것이 가능하다. 공용화한 경우는 회로 규모의 삭감을 도모할 수 있다.

(제 5 실시형태)

본 발명의 제 5 실시형태에 따른 복조장치는 상기한 제 2~제 4 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에서 위상보정부(34)에서의 의사 동기에 의한 오동작을 회피하는 것이다. 단, 상기 제 2~제 4 실시형태에 따른 복조장치가 위상보정부를 제어하고 있는 것에 대해, 제 5 실시형태에 따른 복조장치는 의사동기하고 있는 주파수가 구분되어 있는(상술한 바와 같이, 심볼 주파수와 캐리어 동기 보조신호의 삽입 주기에 의해 일의적으로 결정됨) 것을 이용하여 주파수보정부를 제어한다.

이하, 상술한 의사동기에 의한 오동작을 회피하는 본 발명의 제 5 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 36은 청구항 13, 청구항 37, 청구항 39, 청구항 44, 청구항 65에 대응하는 본 발명의 제 5 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 36에 있어서, 제 5 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32A), 대역제한필터(33), 위상보정부(34), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 위상동기검출부(43), 오류정정검출부(44), 의사동기판정부(45), 주파수스텝부(46), 제 1 오류 정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오 디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 37은 제 5 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 도시한 플로우차트이다.

도 36에 도시한 바와 같이, 제 5 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 위상동기검출부(43), 오류정정검출부(44), 의사동기판정부(45), 및 주파수스텝부(46)를 더 부가하고, 주파수보정부(32)를 주파수보정부(32A)로 대신한 구성이며, 또한 상기 제 3 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 주파수보정부(32)를 주파수보정부(32A)로 대신하고, 위상보정부(34A)를 위상보정부(34)로 되돌리고, 주파수스텝부(46)를 부가한 구성이 된다.

또한, 제 5 실시형태에 따른 복조장치의 그 외의 구성은 상기 제 1, 및 제 3 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 도 37에 있어서, 도 5, 및 도 28과 동일한 처리를 실시하는 단계에 대해서는 동일한 단계번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

이하, 제 5 실시형태에 따른 복조장치가 상기 제 3 실시형태에 따른 복조장치와 다른 동작을 실시하는 부분에 대해서 설명한다.

우선, 의사동기판정부(45)의 동작을 설명한다.

상술한 바와 같이, 의사동기판정부(45)는 위상동기검출부(43)의 검출결과와 오류정정검출부(44)의 검출결과에 기초하여 위상동기가 정상동기인지 의사동기인지를 판단한다. 그리고, 의사동기판정부(45)는 상기 판정을 실시한 결과, 정상동기라고 판단한 경우는 그대로 정상적인 복조처리로 이행하고(단계 S105), 의사동기라고 판단한 경우는 주파수스텝부(46)에 대해 스텝 동작을 실시시키는 신호(신호형태로는 상술한 재설정 신호와 동일함)를 출력한다(단계 S401).

여기서, 의사동기판정부(45)에서 스텝동작을 실시시키는 신호를 생성하는 수법을 도 38을 이용하여 설명한다. 도 38은 의사동기판정부(45)의 구성의 한 예를 나타내는 블록도이다. 도 38에서, 의사동기판정부(45)는 논리합(OR) 회로(451), 카운터(452), 및 펄스출력부(453)를 구비한다.

의사동기판정부(45)는 위상동기검출부(43)의 검출결과를 카운터(452)의 입력단자에, 오류정정검출부(44)의 검출결과를 OR회로(451)의 한쪽 단자에 입력한다. 카운터(452)는 위상동기검출부(43)의 검출결과가 Hi인 기간을 계수하고, OR회로(451)의 출력이 Hi가 되면 계수한 카운터값을 클리어한다. 펄스출력부(453)는 카운터(452)가 출력하는 카운터값이 미리 정한 값에 도달했는지 여부를 판단하고, 도달한 경우에 스텝동작의 지시가 되는 펄스신호를 출력한다. 또한, 이 펄스신호는 OR회로(451)의 다른쪽 단자에 피드백 입력되고, 펄스신호의 출력과 동시에 카운터(452)의 카운터값을 클리어한다. 이에 의해 정상동기인(즉, 위상동기가 검출되어 카운터(452)가 계수를 개시하지만, 카운터값이 미리 정한 값에 도달하기까지 오류 정정이 완료한 것을 검출한) 경우, 펄스신호는 출력되지 않고, 위상동기하고 있지만 의사동기인(즉, 위상동기가 검출되어 카운터(452)가 계수를 개시하지만, 오류 정정을 완료하지 않고 카운터값이 미리 정한 값에 도달한) 경우는 펄스신호가 출력된다.

다음으로 도 39~도 41을 이용하여 주파수스텝부(46)의 동작을 설명한다. 도 39는 주파수스텝부(46)의 구성의 한 예를 도시한 블록도이다. 도 40은 주파수스텝부(46)에서 생성되는 각 신호파형을 도시한 도면이다. 도 41은 주파수스텝부(46)의 동작 원리를 도시한 도면이다.

도 39에 있어서, 주파수스텝부(46)는 배타적 논리합(XOR) 회로(461a), 지연부(461b), 및 논리곱(AND) 회로(461c)로 구성되는 제어신호생성부(461), 제 1 정수발생부(462), 제 2 정수발생부(463), 전환부(464), 적분부(465), 음부호화부(466), 및 전환부(467)를 구비한다.

의사동기판정부(45)가 출력하는 펄스신호(도 40의 (a))는 XOR회로(461a)와 AND회로(461c)로 각각 입력된다. XOR회로(461a)는 이 펄스신호와 지연부(461b)를 통하여 피드백 입력되는 신호의 배타적 논리합을 도출하고, 제어신호(B)(도 40의 (c))를 생성하여 출력한다. AND회로(461c)는 펄스신호와 제어신호(B)의 논리곱을 도출하고, 제어신

호(A)(도 40의 (b))를 생성하여 출력한다. 전환부(464)는 제어신호(A)가 Hi레벨일 때 제 1 정수발생부(462)가 발생하는 정수(Fg)(수치제어발진부(323)의 발진주파수가 의사동기 주파수 간격(fg)만큼 변화하는 수치)를, 제어신호(A)가 Lo레벨일 때 제 2 정수발생부(463)가 발생하는 정수「0」를 적분부(465)로 출력하도록 전환한다. 적분부(465)는 입력하는 수치의 누적가산을 실시하여 출력한다. 전환부(467)는 제어신호(B)가 Hi레벨일 때 적분부(465)가 출력하는 신호를 그대로, 제어신호(B)가 Hi레벨일 때 적분부(465)가 출력하는 신호를 음부호화부(466)에 의해 음의 값으로 변환하여 출력하도록 전환한다.

따라서, 주파수 스텝부(46)는 펄스신호(도 40의 (a))가 Hi레벨이 될 때마다 도 40의 (d)에 도시한 주파수신호, 즉 $+Fg, -Fg, +2Fg, -2Fg, \dots$ 를 차례로 출력한다.

이와 같은 순서(스텝)로 주파수를 출력하는 이유를 도 41을 참조하여 설명한다. 또한, 도 41은 주파수(fg)=48.3kHz 이고, 주파수 96.6kHz로 의사 동기한 경우를 나타내고 있다.

상기 제 2 실시형태에서 설명한 바와 같이, 심볼 주파수와 캐리어 동기 보조신호의 삼입 주기로부터 의사동기가 발생하는 주파수의 간격(fg)을 구할 수 있다. 즉, 의사동기는 정상동기의 주파수 $\pm m \cdot fg$ (m은 0 이외의 정수)의 주파수로 발생한다고 할 수 있다. 따라서, 이 주파수(fg)를 기초로 주파수 스텝부(46)에서 $+Fg, -Fg, +2Fg, -2Fg, \dots$ 를 산출하고, 그것에 기초하여 그 주파수가 $+fg, -fg, +2fg, -2fg, \dots$ 로 변화하도록 주파수보정부(32A)를 제어하고, 위상보정부(34)에서 위상 동기할 수 있는 주파수로 강제로 변화시키는 것으로 최종적으로 정상적인 위상동기로 가까스로 되는 것이다(도 41).

제 5 실시형태에서의 복조장치는 위상보정부(34)에서의 위상동기의 주파수를 주파수보정부(32A)에서 강제로 변화시키고 있다. 이하, 주파수 보정부(32A)의 동작을 도 36을 이용하여 설명한다.

도 36에 있어서, 주파수보정부(32A)는 주파수오차검출부(321), 주파수오차유지부(322), 가산부(325), 수치제어발진부(323), 및 복소승산부(324)를 구비한다.

도 36에 도시한 바와 같이, 주파수보정부(32A)는 도 17의 주파수보정부(32)에 가산기(325)를 더 부가한 구성이다. 주파수오차유지부(322)의 출력신호, 및 주파수스텝부(46)에서 출력되는 주파수 스텝 제어신호는 가산기(325)에 입력된다. 가산기(325)는 입력되는 양쪽 신호를 가산하는 것으로 수치연산발진부(NCO)(323)의 발진주파수를 강제로 변화시킨다. 이후, 이 어긋난 주파수에 있어서, 다시 위상 보정을 실시한다(단계(S401, S104)).

이상과 같이, 본 발명의 제 5 실시형태에 따른 복조장치는 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상 동기의 검출과, 프레임동기신호/TMCC신호의 기간에서의 비트오류의 유무의 검출을 실시하고, 해당 검출 결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사 동기의 경우에는 주파수 보정부(32A)의 주파수를 제어하여 위상보정부(34)에서 정상 동기할 수 있도록 한다.

이에 의해 주파수보정부(32A)에 의한 주파수 인입 과정등에 있어서 위상보정부(34)에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

(제 6 실시형태)

본 발명의 제 6 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 2~제 5 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서 위상보정부(34)에서의 의사동기에 의해 오동작을 회피하는 것이다. 단, 상기 제 2~제 4 실시형태에 따른 복조장치가 위상보정부를 제어하고 있는 것에 대해, 제 6 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 5 실시형태와 마찬가지로 의사 동기하고 있는 주파수를 구분하고 있는(상술한 바와 같이, 심볼주파수와 캐리어 동기 보조신호의 삼입 주기에 의해 일의적으로 결정된다) 것을 이용하여 주파수 보정부를 제어한다.

이하, 상술한 의사 동기에 의한 오동작을 회피하는 본 발명의 제 6 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 42는 청구항 14, 청구항 37, 청구항 39, 청구항 45, 청구항 65에 대응하는 본 발명의 제 6 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 42에 있어서, 제 6 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32A), 대역제한필터(33), 위상보정부(34), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 제 1 위상동기검출부(43A), 제 2 위상동기검출부(43B), 의사동기판정부(45), 주파수스텝부(46), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 42에 도시한 바와 같이, 제 6 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 제 1 위상동기검출부(43A), 제 2 위상동기검출부(43B), 의사 동기 판정부(45), 및 주파수 스텝부(46)를 더 부가하고, 주파수보정부(32)를 주파수보정부(32A)로 대신한 구성이며, 또한 상기 제 4 실시형태에 따른 복조장치에 대해 주파수보정부(32)를 주파수보정부(32A)로 대신하고, 위상보정부(34A)를 위상보정부(34)로 되돌리고, 또 주파수스텝부(46)를 부가한 구성이 된다.

또한, 제 6 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1, 및 제 4 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 제 6 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 처리 단계는 상기 제 5 실시형태에 있어서 도 37에 나타낸 처리 단계와 동일하기 때문에 그 설명을 생략한다.

이하, 제 6 실시형태에 따른 복조장치가 상기 제 4 실시형태에 따른 복조장치와 다른 동작을 실시하는 부분에 대해서 설명한다

상술한 바와 같이, 의사 동기 판정부(45)는 제 1 위상 동기 검출부(43A)의 검출 결과와 제 2 위상동기검출부(43B)의 검출결과에 기초하여 위상 동기가 정상동기인지 의사동기인지를 판단한다. 그리고, 의사 동기 판정부(45)는 상기 판정을 실시한 결과, 정상 동기라고 판단한 경우는 그대로 정상적인 복조처리로 이행하고(단계 S105), 의사동기라고 판단한 경우는 주파수 스텝부(46)에 대해 스텝동작을 실시시키는 신호(신호형태로서는 상술한 재설정 신호와 동일함)를 출력한다(단계 S401).

또한, 의사 동기 판정부(45)에 있어서, 스텝동작을 실시시키는 신호를 생성하는 수법, 및 의사 동기 판정부(45)의 구성은 상기 제 5 실시형태에서 설명했기 때문에 여기서의 설명은 생략한다.

주파수 스텝부(46)는 상기 제 5 실시형태에서 설명한 바와 같이, 펄스신호(도 40의 (a))가 Hi레벨이 될 때마다 도 40의 (d)에 나타낸 주파수 신호, 즉 $+Fg$, $-Fg$, $+2Fg$, $-2Fg$, ...를 차례로 출력한다. 그리고, 주파수스텝부(46)는 출력하는 주파수 스텝 제어신호를 주파수 보정부(32A)의 가산기(325)에 입력한다. 가산기(325)는 입력되는 주파수 스텝 제어신호를 주파수 오차 유지부(322)의 출력신호에 가산하는 것으로 수치 연산 발전부(NCO)(323)의 발전 주파수를 강제적으로 변화시킨다. 이후, 이 어긋난 주파수에 있어서, 다시 위상 보정을 실시한다(단계(S401, S104)).

이상과 같이, 본 발명의 제 6 실시형태에 따른 복조장치는 캐리어 동기 보조 신호 기간에서의 위상 동기의 검출과, 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간에서의 위상 동기의 검출을 실시하고, 해당 검출 결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단한다. 그리고, 의사 동기의 경우에는 주파수 보정부(32A)의 주파수를 제어하여 위상보정부(34)에서 정상 동기할 수 있도록 한다.

이에 의해, 주파수 보정부(32A)에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상 보정부(34)에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

(제 7 실시형태)

본 발명의 제 7 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 2~제 6 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서 위상보정부(34)에서의 의사 동기에 의한 오동작을 회피하는 것이다. 이 제 7 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 2 실시형태에서 실시하는 위상 보정부의 제어와, 상기 제 5 실시형태에서 실시하는 주파수보정부의 제어를 실시하는 것이다.

이하, 상술한 의사 동기에 의한 오동작을 회피하는 본 발명의 제 7 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 43은 청구항 15, 청구항 37, 청구항 39, 청구항 46, 청구항 65에 대응하는 본 발명의 제 7 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 43에 있어서, 제 7 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32A), 대역제한필터(33), 위상보정부(34A), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 주파수인입검출부(42), 위상 동기검출부(43), 오류정정검출부(44), 의사동기판정부(45), 주파수 스텝부(46), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오 디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 43에 도시한 바와 같이, 제 7 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 2 실시형태에 따른 복조장치와, 상기 제 5 실시형태에 따른 복조장치를 합성한 구성이 된다. 따라서, 제 7 실시형태에 따른 복조장치의 구성은 상기 제 2, 및 제 5 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 동일 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

단, 처리 단계의 순서가 다소 다르기 때문에, 이하 제 7 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 처리 단계를 도 44를 이용하여 설명한다.

복조장치는 튜너(도시하지 않음)를 통하여 직교검파부(31)에 입력되는 신호에 대해, 우선 프레임동기검출부(35)에서 프레임 동기신호의 검출을 실시한다(단계 S101). 프레임 동기 검출부(35)가 검출한 프레임 선두 신호는 타이밍 생성부(36)에 입력된다. 복조장치는 타이밍생성부(36)에서 프레임 동기 검출부(35)에서 검출된 프레임 선두 신호에 기초하여 1통신프레임내의 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간, 및 캐리어 동기 보조 신호의 기간을 검출하고, 도 6의 (c)에 도시한 바와 같은 해당 기간에 따른 BPSK타이밍 신호를 생성한다(단계 S102). 또한, 도 6의 (d)에 도시한 바와 같은 캐리어 동기 보조 신호의 기간에만 따른 BPSK 타이밍 신호라도 좋다. 이 BPSK타이밍신호(도 6의 (c))는 주파수 보정부(32A), 위상보정부(34A), 주파수인입검출부(42)로 출력된다. 또한, 위상동기검출부(43)로는 도 6의 (d)에 도시한 캐리어 동기 보조신호의 기간을 부여하는 신호가 출력된다.

다음으로, 복조장치는 주파수보정부(32A)에서 BPSK타이밍신호의 기간에 대해서 주파수 오차의 보정을 실시한다(단계 S103). 그리고, 복조장치는 주파수 인입검출부(42)에서 주파수보정부의 신호에 대해서 평균화 주파수 오차를 산출하고, 주파수인입상태를 판정한다(단계 S201). 복조장치는 이 단계(S201)의 판정에서 주파수 인입이 되어 있지 않다고 판단된 경우, 상기 단계(S103)로 복귀하여 다시 주파수 오차의 보정 처리를 실시하고, 한편 주파수 인입이 되어 있다고 판단된 경우, 위상보정부(34A)에 대해 위상보정동작을 재설정 한 후(단계 S304), 새롭게 위상오차의 보정 처리를 실시한다(단계 S104).

상기 일련의 주파수 오차, 및 위상 오차의 보정 처리가 종료하면, 복조장치는 의사 동기 판정부(45)에 있어서 위상동기 검출부(43)에서 검출한 캐리어 동기 보조신호 기간의 위상 동기 상태와, 오류 정정 검출부(44)에서 검출한 TMCC신호의 오류 정정 가부의 검출 결과에 기초하여 현상태가 정상 동기, 의사 동기, 및 비동기중 어느 것인가를 판단한다(단계(S302, S303)). 그리고, 복조장치는 이 단계(S302, S303)에서 상태가 비동기라고 판단한 경우, 상기 단계(S104)로 복귀하여 다시 위상 오차의 보정 처리를 실시하고, 상태가 의사 동기라고 판단한 경우, 주파수 스텝부(46)에 의해 주파수 보정부(34A)에서의 발진주파수를 스텝시킨 후(단계 S401), 상기 단계(S104)로 복귀하여 다시 위상 오차의 보정 처리를 실시한다. 한편, 복조장치는 상기 단계(S302, S303)에서 상태가 정상 동기라고 판단한 경우, 그대로 정상적인 복조처리로 이행한다(단계 S105).

이상과 같이, 본 발명의 제 7 실시형태에 따른 복조장치는 주파수 인입 검출부(42)를 설치하고, 주파수 보정부(32A)에 있어서 위상 보정부(34A)가 의사 동기하지 않은 주파수까지 주파수 보정이 실시되고 나서 위상보정부(34A)를 재설정하여 재동작시킨다. 또한, 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상 동기의 검출과, 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간에서의 비트 오류의 유무의 검출을 실시하고, 해당 검출 결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단하여 의사 동기의 경우에는 주파수 보정부(32A)의 주파수를 제어하여 위상 보정부(34A)에서 정상 동기할 수 있도록 한다.

이에 의해 주파수 보정부(32A)에 의한 주파수 인입 과정 등에서 위상보정부(34A)에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

(제 8 실시형태)

본 발명의 제 8 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 2~제 7 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서 위상보정부(34)에서의 의사 동기에 의한 오동작을 회피하는 것이다. 이 제 8 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 2 실시형태에서 실시하는 위상보정부의 제어와, 상기 제 6 실시형태에서 실시하는 주파수보정부의 제어를 실시하는 것이다.

이하, 상술한 의사 동기에 의한 오동작을 회피하는 본 발명의 제 8 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 45는 청구항 16, 청구항 37, 청구항 39, 청구항 47, 청구항 65에 대응하는 본 발명의 제 8 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블럭도이다. 도 45에 있어서, 제 8 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32A), 대역제한필터(33), 위상보정부(34A), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 주파수인입검출부(42), 제 1 위상동기검출부(43A), 제 2 위상동기검출부(43B), 의사동기판정부(45), 주파수스텝부(46), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 45에 도시한 바와 같이, 제 8 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 2 실시형태에 따른 복조장치와, 상기 제 6 실시형태에 따른 복조장치를 합성한 구성이 된다. 따라서, 제 8 실시형태에 따른 복조장치의 구성은 상기 제 2, 및 제 6 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 동일 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 제 8 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 처리 단계는 상기 제 7 실시형태에 따른 복조장치와 기본적으로 동일하며, 플로우차트는 생략하지만 도 44를 참조하여 이하에 설명한다.

복조장치는 튜너(도시하지 않음)를 통하여 직교검파부(31)에 입력되는 신호에 대해 우선 프레임 동기 검출부(35)에

서 프레임 동기 신호의 검출을 실시한다(단계 S101). 프레임동기검출부(35)가 검출한 프레임 선두신호는 타이밍 생성부(36)에 입력된다. 복조장치는 타이밍생성부(36)에 있어서 프레임 동기 검출부(35)에서 검출된 프레임 선두신호에 기초하여 1통신프레임내의 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간, 및 캐리어 동기 보조신호의 기간을 검출하고, 도 6의 (c)에 도시한 바와 같은 해당 기간에 따른 BPSK타이밍 신호를 생성한다(단계(S102)). 또한, 도 6의 (d)에 도시한 바와 같은 캐리어 동기 보조신호의 기간에만 따른 BPSK타이밍 신호라도 좋다. 이 BPSK타이밍신호(도 6의 (c))는 주파수보정부(32A), 위상보정부(34A), 주파수인입검출부(42)로 출력된다. 또한, 제 1 위상동기검출부(43A)로는 도 6의 (d)에 도시한 캐리어 동기 보조신호의 기간을 부여하는 신호가, 제 2 위상동기검출부(43B)로는 도 34에 도시한 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간을 부여하는 신호가 출력된다.

다음으로, 복조장치는 주파수 보정부(32A)에 있어서 BPSK타이밍신호의 기간에 대해서 주파수 오차의 보정을 실시한다(단계 S103). 그리고, 복조장치는 주파수 인입 검출부(42)에 있어서, 주파수 보정후의 신호에 대해서 평균화 주파수 오차를 산출하고, 주파수 인입 상태를 판정한다(단계 S201). 복조장치는 이 단계(S201)의 판정에 있어서, 주파수 인입이 되어 있지 않다고 판단한 경우, 상기 단계(S103)로 복귀하여 다시 주파수 오차의 보정처리를 실시하고, 한편 주파수 인입이 되어 있다고 판단한 경우, 위상보정부(34A)에 대해 위상 보정 동작을 재설정 한 후(단계 S304), 새롭게 위상 오차의 보정 처리를 실시한다(단계 S104).

상기 일련의 주파수 오차, 및 위상 오차의 보정 처리가 종료하면, 복조장치는 의사 동기 판정부(45)에 있어서 제 1 위상동기검출부(43A)에서 검출한 캐리어 동기 보조신호 기간의 위상 동기 상태와, 제 2 위상 동기 검출부(43B)에서 검출한 TMCC신호 기간의 위상 동기상태에 기초하여 현상태가 정상 동기, 의사동기, 및 비동기중 어느 것인지를 판단한다(단계(S302, S303)). 그리고, 복조장치는 이 단계(S302, S303)에서 상태가 비동기라고 판단한 경우, 상기 단계(S104)로 복귀하여 다시 위상오차의 보정 처리를 실시하고, 상태가 의사동기라고 판단한 경우, 주파수 스텝부(46)에 의해 주파수 보정부(34A)에서의 발진 주파수를 스텝시킨 후(단계(S401)), 상기 단계(S104)로 복귀하여 다시 위상 오차의 보정 처리를 실시한다. 한편, 복조장치는 상기 단계(S302, S303)에 있어서, 상태가 정상 동기라고 판단한 경우, 그대로 정상적인 복조처리로 이행한다(단계(S105)).

이상과 같이, 본 발명의 제 8 실시형태에 따른 복조장치는 주파수 인입 검출기(42)를 설치하고, 주파수보정부(32A)에서 위상보정부(34A)가 의사 동기하지 않은 주파수까지 주파수 보정이 실시되고 나서, 위상 보정부(34A)를 재설정하여 재동작시킨다. 또한, 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상 동기의 검출과, 프레임 동기신호/TMCC신호의 기간에서의 위상 동기의 검출을 실시하고, 해당 검출 결과로부터 정상 동기인지 여부를 판단하여 의사 동기인 경우에는 주파수 보정부(32A)의 주파수를 제어하여 위상보정부(34A)에서 정상 동기할 수 있도록 한다.

이에 의해 주파수 보정부(32A)에 의한 주파수 인입 과정 등에 있어서 위상보정부(34A)에서의 의사 동기의 회피가 가능해진다.

(제 9 실시형태)

본 발명의 제 9 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서 위상 잡음에 기인하는 위상 지터의 영향을 경감시켜 수신 성능을 향상시키는 것이다.

따라서, BPSK 변조되는 프레임 동기신호/TMCC신호, 및 캐리어 동기 보조 신호를 이용하여 위상 보정하는 경우에서의 복조신호의 위상 지터에 대해서 우선 설명한다.

복조장치에 입력되는 통신 프레임, 즉 위상 변조 신호는 주로 위성방송 안테나, 및 튜너의 주파수 변환에 이용하는 국부 발진 주파수 신호의 위상 잡음에 기인하여 도 46에 도시한 바와 같이 위상이 미묘하게 변동하고 있다. 이 위상의 변동을 위상 지터라고 한다.

그런데, 변조장치에서 송신되어 오는 통신 프레임은 도 2에 도시한 바와 같이 BPSK 변조되는 프레임 동기신호/TMCC 신호, 및 캐리어 동기 보조신호가 분산하여 존재한다. 따라서, 복조장치에 있어서 이 신호의 기간에서 캐리어 동기를 실시하기 위해 상기 제 1 실시형태에서 설명한 바와 같이 주파수 보정부(32), 및 위상 보정부(34)를 프레임 동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기보조신호 기간만으로 동작시키고 있다.

이에 의해 상기 위상 지터는 위상 보정부(34)가 동작하는 기간은 보정되지만, 그 이외의 기간에서는 보정되지 않는다. 즉, 프레임 동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호 기간 이외의 BPSK, QPSK, 및 8PSK로 변조되는 주신호(고계층 신호, 및 저계층 신호)의 기간에서는 위상 지터가 보정되지 않고 복조신호에 위상 지터가 잔류한다.

이 때문에, 예를 들어 8PSK 변조신호에서는 도 47에 도시한 바와 같이 C/N이 낮은(도면중, 빗금친 원 부분이 대응하고, 원이 작으면 C/N이 높고, 크면 C/N이 낮은 것을 나타냄) 경우, 위상 지터가 잔류하고 있으면 위상 보정부(34)의 출력신호는 각 부호점을 식별하는 위상경계선(도면중 점선으로 나타냄)을 넘는다. 즉 부호 오류가 발생하게 된다.

이하, 상술한 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상하는 본 발명의 제 9 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 48은 청구항 17, 청구항 37, 청구항 48에 대응하는 본 발명의 제 9 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 48에 있어서, 제 9 실시형태에 따른 복조장치는 직교 검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34B), 프레임 동기 검출부(35), 타이밍생성부(36), 프레임동기판정부(47), C/N검출부(48), 게이트신호선택부(49), 제 1 오류 정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 49는 제 9 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 나타내는 플로우차트이다.

도 48에 도시한 바와 같이, 제 9 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 프레임 동기 판정부(47), C/N검출부(48), 및 게이트신호선택부(49)를 더 부가하고, 위상 보정부(34)를 위상 보정부(34B)로 대신한 구성이다.

또한, 제 9 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성 부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 도 49에 있어서 도 5와 동일한 처리를 실시하는 단계에 대해서는 동일한 단계 번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

우선, 도 50을 참조하여 프레임 동기 판정부(47)의 동작을 설명한다.

도 50은 프레임 동기 판정부(47)의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 50에 있어서, 프레임 동기 판정부(47)는 위상식별부(471)와 조합부(472)를 구비한다.

튜너(도시하지 않음)를 통하여 입력되는 신호는 상기 제 1 실시형태에서 설명한 바와 같이 주파수 보정, 및 위상 보정이 이루어진 후(단계(S103, S104)), 위상보정부(34B)로부터 위상식별부(471)로 입력된다. 위상식별부(471)는 입력하는 신호의 위상을 식별한다. 조합부(472)는 위상식별부(471)가 식별한 신호에 대해서 미리 정한 프레임 동기신호와와의 조합을 실시하여 프레임 동기를 할 수 있는지 여부를 검출하여 그 결과를 게이트신호선택부(49)로 출력한다(단계(S501)).

다음으로, 도 51을 참조하여 C/N검출부(48)의 동작을 설명한다.

도 51은 C/N검출부(48)의 구성을 나타내는 블록도이며, 위상오차에 의해 등가적으로 C/N을 검출하는 것이다. 도 51에 있어서, C/N검출부(48)는 위상오차검출부(481), 절대값화부(482), 전환부(483), 정수발생부(484), 가산기(485a), 지연부(485b), 전환부(485c), 및 정수발생부(485d)로 구성되는 적분부(485), 타이밍발생부(486), 및 C/N 고레벨 판정부(487)를 구비한다.

튜너(도시하지 않음)를 통하여 입력되는 신호는 상기 제 1 실시형태에서 설명한 바와 같이 주파수 보정, 및 위상 보정이 이루어진 후(단계(S103, S104)), 위상 보정부(34B)로부터 위상오차검출부(481)로 입력된다. 위상오차검출부(481)는 상술한 바와 같이 위상 오차가 없는 경우의 ○표를 수신측의 기준으로 하여 주파수 오차가 있는 경우의 ×표와 위상차를 위상오차($\Delta \Phi$ [도])로서 검출한다(도 19 참조). 위상오차검출부(481)에서 검출한 위상 오차($\Delta \Phi$)는 절대값화부(482)에서 양의 값 $|\Delta \Phi|$ 으로 변환된다. 그리고, 절대값화부(482)가 출력하는 위상 오차 $|\Delta \Phi|$ 은 전환부(483)를 통하여 가산기(485a)에 입력되고, 어느 일정기간마다 위상 오차 $|\Delta \Phi|$ 의 평균화가 이루어진다. 여기서, 1통신프레임내의 BPSK 변조가 이루어져 있는 캐리어 동기 보조신호의 기간에만 C/N 검출을 실시하기 때문에 타이밍 발생부(36)가 출력하는 타이밍신호(도 6의 (d))를 이용하여 전환부(483)의 전환을 실시한다. 이 전환부(483)는 타이밍신호의 BPSK변조신호의 기간(도 6의 (d))에 있어서 H이레벨기간)에 절대값화부(482)가 출력하는 위상 오차 $|\Delta \Phi|$ 을 적분부(485)에 입력하고, 그 이외의 기간에는 정수발생부(484)가 발생하는 「정수0」을 적분부(485)에 입력하도록 전환을 실시한다. 타이밍발생부(486)는 일정 주기의 타이밍 펄스를 발생하고, 전환부(485c)를 제어한다. 적분부(485)는 타이밍발생부(486)가 발생하는 타이밍 펄스에 따라서 가산기(485a)의 입력을 지연부(485b)의 피드백 출력 또는 정수 발생부(485d)가 발생하는 「정수0」 중 어느 것으로 전환하는 것으로 일정 기간마다의 평균화한 위상 오차 $|\Delta \Phi|$ 를 출력한다. C/N 고레벨 판정부(487)는 적분부(485)가 출력하는 평균화위상오차를 입력하고, 타이밍발생부(486)가 타이밍펄스를 발생했을 때, 해당 평균화위상오차가 미리 정한 임계값을 밑도는지 여부에 따라서 C/N이 높은지 낮은지를 판정한다(단계 S502). 그리고, 이 판정결과, 평균화 위상 오차가 미리 정한 임계값을 밑도는 경우, C/N 고레벨 판정부(487)는 C/N이 높다고 판단하고, 해당 결과를 게이트신호 선택부(49)에 대해 출력한다.

여기서, C/N 고레벨 판정부(487)에서의 임계값에 대해서는 저 C/N시에 위상수가 많은 변조방식을 위상 보정에 이용하는 것에 의해 위상 보정부(34B)에서의 위상 오차 검출부(341)가 잘못된 위상 오차 정보를 출력하는 일이 없도록 결정하지 않으면 안된다.

예를 들면, n상 PSK 부호간 거리(D)는 n상 PSK신호의 진폭을 “A”로 하면 하기 수학식 4와 같이 표현된다.

수학식 4

$$D=2 \cdot A \cdot \sin(\pi/n)$$

상기 수학식 4에 의하면 n상 PSK 부호간 거리(D)는 BPSK변조에서는 $D=2A$, QPSK변조에서는 $D=\sqrt{2}A$, 8PSK변조에서는 $D=2A\sin(\pi/8)$ 로 된다. 일반적으로 도 47에 도시한 바와 같이, 잡음의 실효 진폭값이 부호간 거리(D)의 1/2 이하이면 위상오차검출부(341)는 잘못된 위상오차정보를 출력하지 않는다고 생각되며, 이때의 C/N은 하기 수학식 5로 표현된다.

수학식 5

$$C/N=20 \cdot \log(4/(D/2))[\text{dB}]$$

C/N 고레벨의 임계값은 8PSK 기간에서 위상 보정을 실시할지 여부를 결정하는 것이다. 따라서, 상기 수학식 5에 있어서 n 상 PSK 부호간 거리(D)에 8PSK의 부호간 거리를 대입하여 구하는 8.3dB가 C/N고레벨 임계값의 기준이 되는 것이다.

그리고, 도 51에서의 C/N검출부(48)는 위상 오차를 절대값화하여 등가적으로 C/N을 구하는 것이며, 이 8.3dB에 상당하는 C/N 고레벨 판정부(487)에서의 임계값은 8PSK의 부호점에 있어서 서로 인접하는 위상식별환경선(도 47에서의 점선)의 각도차의 1/2, 즉 11.25[도]로 된다.

다음으로, 도 52를 참조하여 게이트신호선택부(49)의 동작을 설명한다.

도 52는 게이트신호선택부(49)의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 52에 있어서, 게이트신호선택부(49)는 AND회로(491), 정수발생부(492), 및 전환부(493)를 구비한다.

AND회로(491)의 한쪽 입력단자에는 프레임동기판정부(47)가 출력하는 판정결과가, 다른쪽 입력단자에는 C/N검출부(48)가 출력하는 검출 결과가 각각 입력된다. 전환부(493)는 타이밍생성부(36)의 출력신호인 BPSK변조신호 기간의 타이밍신호(도 6의 (c) 또는 (d))와 정수 발생부(492)가 발생하는 「정수1(Hi레벨)」을 입력하고, AND회로(491)가 지시하는 신호에 기초하여 출력으로 전환한다. 여기서, 전환부(493)는 프레임동기판정부(47)가 출력하는 판정 결과가 「동기 있음」, 또 C/N검출부(48)가 출력하는 검출 결과가 「C/N이 높은」 경우에 「정수1」, 즉 통신 프레임의 전 기간에 있어서 위상 보정 동작의 실시를 지시하는 게이트신호를 출력하고(단계 S503), 그 이외의 결과의 경우에는 타이밍생성부(36)의 출력신호, 즉 BPSK기간만으로 위상보정동작의 실시를 지시하는 게이트신호(도 6의 (c) 또는 (d))를 출력하도록(단계 S504) 전환한다.

이 게이트신호는 위상보정부(34B)의 위상오차유지부(342)로 출력된다.

다음으로, 위상보정부(34B)의 동작을 설명한다.

이 위상 보정부(34B)는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 위상보정부(34)에 대해 위상오차검출부(341)의 구성만이 다르다. 따라서, 이하, 도 53, 및 도 54를 참조하여 위상오차검출부(341)의 동작을 설명한다.

도 53은 위상오차검출부(341)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 53에 있어서, 위상오차검출부(341)는 BPSK위상오차검출부(341a), 8PSK위상오차검출부(341b) 및 전환부(341d)를 구비한다. 도 54는 BPSK위상오차검출부(341a), 및 8PSK 위상오차검출부(341b)에서 실시하는 위상오차검출을 설명하는 도면이다.

위상오차를 포함한 복조승산부(344)의 출력은 BPSK위상오차검출부(341a), 및 8PSK 위상오차검출부(341b)의 양쪽에 입력된다. BPSK위상오차검출부(341a)는 BPSK변조축(0도, 180도)에 대한 위상 오차를 검출한다(도 54의 (a)). 8PSK위상오차검출부(341b)는 8PSK변조축(0도, 45도, 90도, 135도, 180도, 225도, 270도, 315도)에 대한 위상오차를 검출한다(도 54의 (b)). 전환부(341d)는 타이밍생성부(36)가 출력하는 타이밍신호를 이용하여 타이밍신호기간(BPSK변조 기간)은 BPSK위상오차검출부(341a)가 검출한 위상오차를, 그 이외의 기간은 8PSK위상오차검출부(341b)가 검출한 위상오차를 위상오차유지부(342)로 출력하도록 전환한다.

또한, 위상오차유지부(342) 이후의 동작은 상기 제 1 실시형태에서 설명한 것과 동일하지만, 전환부(342a), 및 유지부(342f)를 제어하는 신호로서 타이밍생성부(36)가 출력하는 타이밍신호(게이트신호)가 아니라 게이트신호선택부(49)가 출력하는 게이트신호를 이용한다(도 48 참조).

이에 의해, 위상보정부(34B)는 타이밍신호, 및 게이트신호에 따라서 C/N의 상태에 기초한 위상보정을 실시할 수 있다(단계(S505)).

그 내용을 하기 표 3에 나타낸다.

또한, 하기 표 3에 있어서 「BPSK동기신호기간」이라는 것은 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간의 양쪽 기간(상기 도 6의 (c)의 타이밍신호를 이용한 경우) 또는 캐리어 동기 보조신호 기간만의 기간(상기 도 6의 (d)의 타이밍신호를 이용한 경우)을 나타내고 있다.

[표 3]

위상동기(프레임동기판정부(47)의 출력)	C/N상태(C/N검출부(48)의 출력)	위상보정의 대상
없음	-	BPSK동기신호기간
있음	저	BPSK동기신호기간
	고	8PSK로 간주하여 전 주신호기간, 및 BPSK동기신호기간

이상과 같이, 본 발명의 제 9 실시형태에 따른 복조장치는 BPSK변조신호기간에서 위상 동기가 되어 있을 때의 C/N 상태를 캐리어 동기 보조신호기간의 위치오차에 기초하여 검출하고, 해당 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임의 주신호 기간에 대해서도 8PSK변조가 되어 있는 것으로 간주하여 위상 오차의 보정을 실시한다.

이에 의해, 저 C/N상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 복조신호의 위상 지터의 영향을 경감하여 수신성능을 향상할 수 있다.

또한, C/N검출부(48)에서의 위상오차검출부(481)는 위상보정부(34B)의 위상오차검출부(341)와 동일한 기능을 갖고 있기 때문에 양쪽의 위상 오차 검출부를 공용화하는 것이 가능하다. 공용화된 경우는 회로 규모의 삭감을 도모할 수 있다. 또한, 프레임 동기 판정부(47)는 위상 동기를 판정하는 방법의 한 예이기 때문에 프레임 동기 판정부(47) 대신에 상기 제 3 실시형태에서 설명한 위상 동기 검출부(43)를 이용해도 동일한 효과가 얻어진다.

(제 10 실시형태)

본 발명의 제 10 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 9 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에서 위상 잡음에 기인하는 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 것이다.

이하, 상술한 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 본 발명의 제 10 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 55는 청구항 18, 37, 49에 대응하는 본 발명의 제 10 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 55에 있어서, 제 10 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34C), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 오류정정검출부(44), 프레임동기판정부(47), C/N검출부(48A), 게이트신호선택부(49A), 복조모드전환부(50), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 56은 제 10 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 나타내는 플로우차트이다.

도 55에 도시한 바와 같이, 제 10 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 오류정정검출부(44), 프레임동기판정부(47), C/N검출부(48A), 게이트신호선택부(49A), 및 복조모드전환부(50)를 더 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34C)로 대신한 구성이며, 또 상기 제 9 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 오류정정검출부(44), 및 복조모드전환부(50)를 더 부가하고, C/N검출부(48)를 C/N검출부(48A)로, 게이트신호선택부(49)를 게이트신호선택부(49A)로 대신한 구성이 된다.

또한, 제 10 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1, 및 제 9 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 도 56에 있어서 도 5, 및 도 49와 동일한 처리를 실시하는 단계에 대해서는 동일한 단계번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

우선, 오류정정검출부(44)의 동작에 대해서 설명한다.

오류정정검출부(44)는 제 2 오류정정부(38)가 오류 정정의 과정에서 출력하는 오류정정불가를 나타내는 신호, 및 오류 잔류를 나타내는 신호를 입력한다. 그리고, 오류정정검출부(44)는 TMCC신호에 대해서 올바른 오류 정정이 실시되어 있는지 여부를 검출하고, 이 검출 결과를 게이트신호선택부(49A)에 대해서 출력한다(단계 S601).

다음으로, 도 57를 참조하여 C/N검출부(48A)의 동작을 설명한다.

도 57은 C/N검출부(48A)의 구성을 도시한 블록도이며, 위상오차에 의해 증가적으로 C/N을 검출하는 것이다. 도 57에 있어서, C/N검출부(48A)는 위상오차검출부(481), 절대값화부(482), 전환부(483), 정수발생부(484), 가산기(485a), 지연부(485b), 전환부(485c), 및 정수 발생부(485d)로 구성되는 적분부(485), 타이밍발생부(486), C/N 고레벨 판정부(487), 및 C/N 저레벨판정부(488)를 구비한다.

도 57에 도시한 바와 같이, C/N검출부(48A)는 상기 제 9 실시형태의 C/N검출부(48)의 구성에 C/N 저레벨판정부(488)를 더 부가한 구성이다.

C/N 고레벨판정부(487)는 적분부(485)가 출력하는 평균화위상오차를 입력하고, 타이밍발생부(486)가 타이밍펄스를 발생했을 때, 해당 평균화 위상 오차가 미리 정한 제 1 임계값을 밀도는지 여부에 따라서 C/N이 높은지를 판정한다(단계 S502). 그리고, 이 판정결과, 평균화위상오차가 미리 정한 제 1 임계값을 밀도는 경우, C/N 고레벨 판정부(487)는 C/N이 높다고 판단하여 해당 결과를 게이트신호선택부(49A)에 대해 출력한다. 한편, C/N 저레벨 판정부(488)는 적분부(485)가 출력하는 평균화 위상 오차를 입력하고, 타이밍발생부(486)가 타이밍 펄스를 발생했을 때, 해당 평균화 위상 오차가 미리 정한 제 2 임계값을 상회하는지 여부에 따라서 C/N이 낮은지를 판정한다(단계 S602). 그리고, 이 판정결과, 평균화 위상 오차가 미리 정한 제 2 임계값을 상회한 경우, C/N 고레벨 판정부(488)는 C/N이 낮다고 판단하고, 해당 결과를 게이트신호선택부(49A)에 대해 출력한다.

여기서, 예를 들면 C/N 고레벨판정부(487)에서의 제 1 임계값에 대해서는 상술한 바와 같이 11.25[도]를 기준으로 하여 결정하면 좋다.

또한, C/N 저레벨의 임계값은 BPSK기간만으로 위상 보정을 실시할지 여부를 결정하는 것이다. 따라서, 상기 수학식 5에 있어서, n 상 PSK부호간 거리(D)에 QPSK의 부호간 거리를 대입하여 구하는 3dB가 C/N 저레벨 임계값의 기준이 되는 것이다. 이 3dB에 상당하는 C/N 저레벨 판정부(488)에서의 임계값은 QPSK의 부호점에 있어서 서로 인접하는 위상식별경계선의 각도차의 1/2, 즉 22.5[도]가 된다.

따라서, 이 경우 C/N검출부(48A)의 출력은 하기 표 4와 같이 된다.

[표 4]

위상오차	C/N고레벨 판정 출력	C/N저레벨 판정 출력	C/N판정
11.25deg 이하	Hi	Lo	고
11.25deg ~ 22.5deg	Lo	Lo	중
22.5deg 이상	Lo	Hi	저

다음으로, 도 58를 참조하여 게이트신호선택부(49A)의 동작을 설명한다.

도 58은 게이트신호선택부(49A)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 58에 있어서, 게이트신호선택부(49A)는 AND회로(491, 495), 정수발생부(492), 전환부(493, 494), 및 OR회로(496, 497)를 구비한다.

전환부(493)는 OR회로(497)를 통하여 TMCC디코더(40)로부터 입력되는 주신호의 BPSK변조기간, 및 QPSK변조기간의 양쪽 기간을 부여하는 타이밍 신호와 정수 발생부(492)가 발생하는 「정수 1」를 입력하고, C/N고레벨판정부(487)가 출력하는 판정결과에 기초하여 출력을 전환한다. 전환부(494)는 TMCC디코더(40)에서 입력되는 주신호의 BPSK변조기간의 타이밍신호와 전환부(493)가 출력하는 신호를 입력하고, C/N저레벨판정부(488)가 출력하는 판정결과에 기초하여 출력을 전환한다. 여기서, 전환부(493, 494)는 C/N판정이 「고」인 경우는 「정수 1」, 즉 통신프레임의 전 기간에 있어서 위상 보정 동작의 실시를 지시하는 게이트신호를 (단계 S503), C/N판정이 「중」인 경우는 주신호의 QPSK, 및 BPSK변조기간의 타이밍신호를 (단계 S603), C/N판정이 「저」인 경우는 주신호의 BPSK변조기간의 타이밍신호(단계 S504)를 출력하도록 전환한다.

한편, AND회로(491)에는 프레임동기판정부(47)가 출력하는 판정결과와 오류정정검출부(44)가 출력하는 검출 결과가 각각 입력된다. 이 AND회로(491)의 출력은 상기 전환부(494)가 출력하는 신호와 함께 AND회로(495)에 입력된다. 또한, OR회로(496)는 AND회로(495)의 출력과 타이밍생성부(36)가 출력하는 BPSK 타이밍 신호를 입력한다. 따라서, AND회로(491, 495), 및 OR회로(496)에 의해 위상동기가 취해지고, 또 TMCC가 올바르게 정정된 경우에만 전환부(494)의 출력신호가 게이트신호로서 출력되며, 그이외의 경우에는 이제까지와 같이 BPSK타이밍신호(도 6의 (c) 또는 (d))가 게이트신호로서 출력된다.

이 게이트신호는 위상보정부(34C)의 위상오차유지부(342)로 출력된다.

다음으로, 도 59를 참조하여 복조모드전환부(50)의 동작을 설명한다.

도 59는 복조모드전환부(50)가 입력하는 각 타이밍신호와 출력하는 복조모드신호를 도시한 도면이다.

복조모드전환부(50)는 타이밍생성부(36)로부터 프레임 동기 신호/TMCC신호 기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간의 타이밍신호(도 59의 (b)), TMCC디코더(40)로부터 주신호 QPSK 타이밍 신호(도 59의 (c)), 및 주신호 BPSK 타이밍 신호(도 59의 (d))를 입력한다. 복조모드전환부(50)는 이들 각 타이밍신호에 기초하여 BPSK변조신호의 기간을 나타내는 제 1 복조모드신호(도 59의 (e))와 QPSK변조신호의 기간을 나타내는 제 2 복조모드신호(도 59의 (f))를 생성하고, 위상오차검출부(341)로 출력한다.

이 제 1, 및 제 2 복조모드신호는 위상오차검출부(341)의 복조모드를 전환하는데 이용된다.

다음으로, 위상보정부(34C)의 동작을 설명한다.

이 위상보정부(34C)는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 위상보정부(34)에 대해 위상오차검출부(341)의 구성만이 다르다. 따라서, 이하, 도 60, 및 도 61를 참조하여 위상오차검출부(341)의 동작을 설명한다.

도 60은 위상오차검출부(341)의 구성을 도시한 블럭도이다. 도 60에 있어서, 위상오차검출부(341)는 BPSK위상오차검출부(341a), QPSK위상오차검출부(341b), 8PSK위상오차검출부(341c), 및 전환부(341d, 341e)를 구비한다. 도 61은 BPSK위상오차검출부(341a), QPSK위상오차검출부(341b), 및 8PSK위상오차검출부(341c)에서 실시하는 위상오차검출을 설명하는 도면이다.

위상 오차를 포함한 복소 승산부(344)의 출력은 BPSK 위상오차검출부(341a), QPSK위상오차검출부(341b), 및 8PSK 위상오차검출부(341c)의 각각에 입력된다. BPSK 위상오차검출부(341a)는 BPSK변조축(0도, 180도)에 대한 위상오차를 검출한다(도 61의 (a)). QPSK위상오차검출부(341b)는 QPSK변조축(45도, 135도, 225도, 315도)에 대한 위상 오차를 검출한다(도 61의 (b)). 8PSK위상오차검출부(341c)는 8PSK변조축(0도, 45도, 90도, 135도, 180도, 225도, 270도, 315도)에 대한 위상오차를 검출한다(도 61의 (c)). 전환부(341d)는 복조모드전환부(50)가 출력하는 제 2 복조모드신호(도 59의 (d) 참조)를 이용하여 Hi신호기간은 QPSK위상오차검출부(341b)가 검출한 위상 오차를, 그 이외의 기간은 8PSK 위상 오차 검출부(341c)가 검출한 위상오차를 전환부(341e)로 출력하도록 전환한다. 전환부(341e)는 복조모드전환부(50)가 출력하는 제 1 복조모드신호(도 59의 (e) 참조)를 이용하여 Hi신호기간은 BPSK위상오차검출부(341a)가 검출한 위상오차를, 그 이외의 기간은 전환부(341d)가 출력하는 위상 오차를 위상오차유지부(342)로 출력하도록 전환한다.

즉, BPSK > QPSK > 8PSK의 우선 순위로 위상오차검출부(341)의 복조모드의 전환이 실시된다.

또한, 위상오차유지부(342) 이후의 동작은 상기 제 1 실시형태에서 설명한 것과 동일하지만, 전환부(342a), 및 유지부(342f)를 제어하는 신호로서 타이밍생성부(36)가 출력하는 타이밍신호(게이트신호)가 아니라 게이트신호선택부(49A)가 출력하는 게이트신호를 이용한다(도 55 참조).

이에 의해, 위상보정부(34C)는 제 1, 및 제 2 복조모드신호, 및 게이트신호에 따라서 C/N의 상태에 기초한 위상 보정을 실시할 수 있다(단계 S505).

그 내용을 하기 표 5에 나타낸다.

또한, 하기 표 5에 있어서 「BPSK동기신호기간」이라는 것은 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어동기보조신호기간의 양쪽 기간(상기 도 6의 (c)의 타이밍신호를 이용한 경우) 또는 캐리어 동기 보조신호기간만의 기간(상기 도 6의 (d)의 타이밍신호를 이용한 경우)을 나타내고 있다.

[표 5]

위상동기(프레임동기판정부(47)의 출력)	오류정정(오류정정검출부(44)의 출력)	C/N상태(C/N검출부(48A)의 출력)	위상보정의 대상
없음	-	-	BPSK동기신호기간
있음	미완료	-	BPSK동기신호기간
	완료	저	BPSK의 주신호기간 및 BPSK동기신호기간
		중	대응하는 변조방식으로 BPSK, QPSK의 주신호 기간, 및 BPSK동기신호기간
		고	대응하는 변조방식으로 전기간

이상과 같이, 본 발명의 제 10 실시형태에 따른 복조장치는 BPSK변조신호기간에서 위상동기가 되어 있을 때의 C/N상태를 캐리어 동기 보조신호기간의 위상오차에 기초하여 검출하고, 해당 C/N상태, 및 위상오차검출부(341)에서 설치한 복수의 위상변조방식에 대응하는 기준 위상에 따라서 초기의 반송파 재생에서는 BPSK변조되는 프레임 동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간을 이용하여 위상 보정을 실시하고, 위상 동기 후는 해당 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상 보정을 실시한다.

이에 의해, 저 C/N상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 BPSK, QPSK, 및 8PSK 변조가 이루어진 주신호 기간에서의 복조신호의 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상할 수 있다.

또한, C/N검출부(48A)에서의 위상오차검출부(481)는 위상보정부(34C)의 위상오차검출부(341)와 동일한 기능을 갖고 있기 때문에 양쪽의 위상오차검출부를 공용화하는 것이 가능하다. 공용화된 경우는 회로 규모의 삭감을 도모할 수 있다. 또한, 프레임동기판정부(47)는 위상동기를 판정하는 방법의 한 예이기 때문에, 프레임 동기판정부(47) 대신에 상기 제 3 실시형태에서 설명한 위상동기검출부(43)를 이용해도 동일한 효과가 얻어진다.

(제 11 실시형태)

본 발명의 제 11 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 9, 및 제 10 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 있어서 위상 잡음에 기인하는 위상 지터의 영향을 경감하여 수신성능을 향상시키는 것이다.

이하, 상술한 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 본 발명의 제 11 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 62는 청구항 19, 37, 50에 대응하는 본 발명의 제 11 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 62에 있어서, 제 11 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34C), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 오류정정검출부(44), 프레임 동기 판정부(47), C/N검출부(48A), 게이트신호선택부(49B), 복조모드전환부(50A), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), T MCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 63은 제 11 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 동작을 나타내는 플로우차트이다.

도 62에 도시한 바와 같이, 제 11 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 오류정정검출부(44), 프레임동기판정부(47), C/N검출부(48A), 게이트신호선택부(49B), 및 복조모드전환부(50A)를 더 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34C)로 대신한 구성이며, 또 상기 제 10 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 게이트신호선택부(49A)를 게이트신호선택부(49B)로, 복조모드전환부(50)를 복조모드전환부(50A)로 대신한 구성이 된다.

또한, 제 11 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1, 및 제 9~제 10 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명은 생략한다.

또한, 도 63에 있어서, 도 5, 도 49, 및 도 56과 동일한 처리를 실시하는 단계에 대해서는 동일한 단계번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

우선, 도 64를 참조하여 게이트신호선택부(49B)의 동작을 설명한다.

도 64는 게이트신호선택부(49B)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 64에 있어서, 게이트신호선택부(49B)는 AND회로(491, 491a, 495), 정수발생부(492, 492a), 전환부(493, 494, 499), OR회로(496, 497), 및 NOT회로(498)를 구비한다.

게이트신호선택부(49B)에서, OR회로(496)의 출력까지는 상기 제 10 실시형태에서 설명한 바와 같고, AND회로(491, 495), 및 OR회로(496)에 의해 위상 동기가 취해지고, 또 TMCC가 올바르게 정정된 경우에만 전환부(494)의 출력 신호가 게이트신호로서 출력되며, 그 이외의 경우에는 지금까지와 같이 BPSK타이밍신호(도 6의 (c) 또는 (d))가 게이트신호로서 출력된다.

한편, AND회로(491a)에는 C/N 고레벨판정부(487)가 출력하는 판정 결과, 프레임 동기 판정부(47)가 출력하는 판정 결과, 및 오류정정검출부(44)가 출력하는 검출결과와 역논리의 신호(NOT회로(498))에 의해 논리값이 반전)가 입력된다. 전환부(499)는 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간의 타이밍신호와 정수발생부(492a)가 발생하는 「정수 1」을 입력하고, AND회로(491a)의 출력에 기초하여 출력을 전환한다. 여기서, 전환부(499)는 위상 동기가 취해지고, TMCC가 올바르게 정정되지 않고, 또 고 C/N상태인 경우에는 정수발생부(492a)가 발생하는 「정수 1」을, 그 이외의 경우에는 OR회로(496)가 출력하는 신호를 게이트신호로서 출력하도록 전환한다(단계(S701)). 이에 의해 TMCC가 올바르게 정정되지 않을 때도, 즉 TMCC디코더(40)로부터 생성되는 주신호의 타이밍을 나타내는 신호를 신뢰할 수 없을 때도 위상 동기가 취해지고, 또 고 C/N상태인 경우에는 통신 프레임의 전기간에서 위상 보정 동작의 실시를 지시하는 「정수 1」이 게이트신호로서 출력된다(단계 S702). 또한, 저 C/N상태인 경우에는 BPSK 기간의 신호가 게이트신호로서 출력된다(단계 S703).

이 게이트신호는 위상보정부(34C)의 위상오차유지부(342)로 출력된다.

다음으로, 도 65를 참조하여 복조모드전환부(50A)의 동작을 설명한다.

도 65는 복조모드전환부(50A)의 구성을 도시하는 블록도이다. 도 65에 있어서, 복조모드전환부(50A)는 AND회로(501~503)와 OR회로(504)를 구비한다.

AND회로(501)는 프레임동기판정부(47)가 출력하는 판정결과와 오류정정검출부(44)가 출력하는 검출 결과를 입력한다. AND회로(502)는 주신호 BPSK 타이밍신호(도 59의 (d) 참조)와 AND회로(501)의 출력을 입력한다. AND회로(503)는 주신호 QPSK 타이밍신호(도 59의 (c) 참조)와 AND회로(501)의 출력을 입력하고, 논리결과를 제 2 복조모드신호로서 출력한다. OR회로(504)는 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간의 타이밍신호(도 59의 (b) 참조)와 AND회로(502)의 출력을 입력하고, 논리결과를 제 1 복조모드신호로서 출력한다.

이와 같이, 게이트신호선택부(49B)와 복조모드전환부(50A)에 의해 위상보정부(34C)를 제어하여 TMCC신호가 올바르게 정정되어, 주신호의 각 변조방식에 대응하여 위상 보정하기전에 동기가 취해지며, 또 고 C/N상태인 경우에는 상기 제 9 실시형태에서 설명한 바와 같이 주신호의 기간을 8PSK로 간주하여 위상 보정을 실시한다(단계(S704, S601)). 그 후는 상기 제 10 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 각 변조방식에 대응하여 위상보정을 실시한다(단계(S502~S505, S602~S603)).

그 내용을 하기 표 6에 나타낸다.

또한, 하기 표 6에서 「BPSK동기신호기간」이라는 것은 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호 기간의 양쪽 기간(상기 도 6의 (c)의 타이밍신호를 이용한 경우) 또는 캐리어 동기 보조신호 기간만의 기간(상기 도 6의 (d)의 타이밍신호를 이용한 경우)을 나타내고 있다.

[표 6]

위상동기(프레임동기판정부(47)의 출력)	오류정정(오류정정검출부(44)의 출력)	C/N상태(C/N검출부(48)A)의 출력)	위상보정의 대상
없음	-	-	BPSK동기신호기간
있음	미완료	저	BPSK동기신호기간
		고	8PSK로 간주하여 전 주신호기간, 및 BPSK동기신호기간
	완료	저	BPSK의 주신호기간, 및 BPSK동기신호기간
		중	대응하는 변조방식으로 BPSK, QPSK의 주신호기간, 및 BPSK동기신호기간
		고	대응하는 변조방식으로 전 기간

이상과 같이, 본 발명의 제 11 실시형태에 따른 복조장치는 BPSK 변조신호기간에서 위상 동기가 이루어져 있을 때의 C/N상태를 캐리어 동기 보조신호기간의 위상오차에 기초하여 검출하고, 해당 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임의 전 기간에서, 8PSK변조가 이루어져 있다고 간주하여 위상오차의 보정을 실시하고, 또한 위상오차검출부(341)에서 설치한 복수의 위상변조방식에 대응하는 기준 위상에 따라서 초기의 반송파 재생에서는 BPSK 변조되는 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호 기간을 이용하여 위상 보정을 실시하고, 위상 동기후는 해당 기간 이외의 주신호의 변조 기간에서도 위상 보정을 실시한다.

이에 의해, 저 C/N상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 BPSK, QPSK, 및 8PSK 변조가 이루어진 주신호 기간의 복조신호의 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상할 수 있다.

(제 12 실시형태)

본 발명의 제 12 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 9~제 11 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에서 위상 잡음에 기인하는 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 것이다.

이하, 상술한 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 본 발명의 제 12 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 66은 청구항 20, 37, 51에 대응하는 본 발명의 제 12 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 66에서, 제 12 실시형태에 따른 복조장치는 직교 검파부(31), 주파수 보정부(32), 대역 제한 필터(33), 위상보정부(34C), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 프레임동기판정부(47), BER검출부(51), 게이트신호선택부(49), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 66에 도시한 바와 같이, 제 12 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 프레임동기판정부(47), BER검출부(51), 및 게이트신호선택부(49)를 더 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34C)로 대신한 구성이며, 또 상기 제 9 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 C/N검출부(48)를 BER검출부(51)로 대신한 구성이 된다.

또한, 제 12 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1, 및 제 9 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 제 12 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 처리 단계는 상기 제 9 실시형태에서 도 49에 도시한 처리 단계와 동일하기 때문에 그 설명을 생략한다.

이하, 다른 구성인 BER검출부(51)를 도 67를 참조하여 설명한다.

도 67은 BER검출부(51)의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 67에서, BER검출부(51)는 오류정정재부호화부(511), 비교부(512), 및 C/N 고레벨판정부(513)를 구비한다.

오류정정재부호화부(511)는 제 2 오류정정부(38)가 출력하는 오류 정정이 이루어져 있는 TMCC신호를 입력한다. 그리고, 오류정정 재부호화부(511)는 프레임동기신호/TMCC 신호 기간의 타이밍신호에 기초하여 입력하는 오류정정후의 TMCC신호에 대해 재부호화를 실시한다. 비교부(512)는 오류정정재부호화부(511)가 출력하는 재부호화된 TMC C신호와 위상보정부(34C)가 출력하는 오류 정정이 되어 있지 않은 신호를 입력한다. 그리고, 비교부(512)는 프레임동기신호/TMCC신호기간의 타이밍신호에 기초하여 위상보정부(34C)가 출력하는 신호로부터 TMCC신호의 기간을 추출하고, 이 오류정정이 되어 있지 않은 TMCC신호와 재부호화된 TMCC신호를 비교하여 비트오류율을 산출한다. C/N 고레벨판정부(513)는 비교부(512)가 출력하는 비트오류율을 입력하고, 해당 비트 오류율이 미리 정한 임계값을 밑도는 지 여부에 따라서 C/N이 높은지 낮은지를 판정한다(도 49, 단계 S502 참조). 그리고, 이 판정결과, 비트오류율이 미리 정한 임계값을 밑도는 경우, C/N 고레벨 판정부(513)는 C/N이 높다고 판단하고, 해당 결과를 게이트신호선택부(49)에 대해 출력한다.

여기서, C/N 고레벨판정부(513)에서의 임계값에 대해서는 상기 제 9 실시형태에서 설명한 바와 같이 저 C/N시에 위상수가 많은 변조방식을 위상 보정에 이용하는 것에 의해 위상보정부(34C)에서의 위상오차검출부(341)가 잘못된 위상오차정보를 출력하는 일이 없도록 결정하지 않으면 안된다.

예를 들면, 상기 제 9 실시형태에서 이용한 값 11.25deg에 대해서 임계값을 산출해 본다. 상술한 바와 같이, 11.25deg의 C/N은 상기 수학식 5에서 8.3dB가 된다.

한편, BPSK변조에서의 C/N 대 비트오류율의 관계는 일반적으로 도 68에 도시한 바와 같은 관계로 된다고 알려져 있기 때문에, 이 도 68에서 8.3dB시의 비트 오류율을 판독하면 1×10^{-4} 이 구해진다. 따라서, 임계값은 1×10^{-4} 을 기준으로 하여 설정하면 좋다.

이상과 같이, 본 발명의 제 12 실시형태에 따른 복조장치는 BPSK 변조신호기간에서 위상동기가 되어 있을 때의 C/N상태를 TMCC신호의 비트오류율에 기초하여 검출하고, 해당 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임의 주신호 기간에 대해서도 8PSK변조가 되어 있다고 간주하여 위상 오차의 보정을 실시한다.

이에 의해 저 C/N상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 복조신호의 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상할 수 있다.

(제 13 실시형태)

본 발명의 제 13 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 9~제 12 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에서 위상잡음에 기인하는 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 것이다.

이하, 상술한 위상 지터의 영향을 경감하여 수신성능을 향상시키는 본 발명의 제 13 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 69는 청구항 21, 37, 52에 대응하는 본 발명의 제 13 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 69에 있어서, 제 13 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34C), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 오류정정검출부(44), 프레임동기판정부(47), BER검출부(51A), 게이트신호선택부(49A), 복조모드전환부(50), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 69에 도시한 바와 같이, 제 13 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 오류정정검출부(44), 프레임동기판정부(47), BER검출부(51A), 게이트신호선택부(49A), 복조모드전환부(50)를 더 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34C)로 대신한 구성이며, 또 상기 제 10 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 C/N검출부(48A)를 BER검출부(51A)로 대신한 구성이 된다.

또한, 제 13 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1, 및 제 10 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 제 13 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 처리 단계는 상기 제 10 실시형태에서 도 56에 도시한 처리 단계와 동일하기 때문에 그 설명을 생략한다.

이하, 다른 구성인 BER검출부(51A)를 도 70을 참조하여 설명한다.

도 70은 BER검출부(51A)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 70에 있어서, BER검출부(51A)는 오류정정재부호화부(511), 비교부(512), C/N 고레벨판정부(513), 및 C/N 저레벨판정부(514)를 구비한다.

오류정정재부호화부(511)는 제 2 오류정정부(38)가 출력하는 오류정정이 되어 있는 TMCC신호를 입력한다. 그리고, 오류정정재부호화부(511)는 프레임동기신호/TMCC신호기간의 타이밍신호에 기초하여 입력하는 오류 정정후의 TMC C신호에 대해서 재부호화를 실시한다. 비교부(512)는 오류정정재부호화부(511)가 출력하는 재부호화된 TMCC신호와 위상보정부(34C)가 출력하는 오류정정이 되어 있지 않은 신호를 입력한다. 그리고, 비교부(512)는 프레임 동기신호/TMCC신호기간의 타이밍신호에 기초하여 위상보정부(34C)가 출력하는 신호에서 TMCC신호의 기간을 추출하고, 이 오류정정이 되어 있지 않은 TMCC신호와 재부호화된 TMCC신호를 비교하여 비트오류율을 산출한다. C/N 고레벨판정부(513)는 비교부(512)가 출력하는 비트 오류율을 입력하고, 해당 비트오류율이 미리 정한 제 1 임계값을 밑도는지 여부에 따라서 C/N이 높은지를 판정한다(도 56, 단계 S502 참조). 한편, C/N 저레벨판정부(514)는 비교부(512)가 출력하는 비트오류율을 입력하고, 해당 비트오류율이 미리 정한 제 2 임계값을 상회하는지 여부에 따라서 C/N이 낮은지를 판정한다(도 56, 단계 S602 참조). 그리고, 이 판정결과, 비트오류율이 미리 정한 제 1 임계값을 밑도는 경우, C/N 고레벨판정부(513)는 C/N이 높다고 판단하고, 해당 결과를 게이트신호선택부(49A)에 대해서 출력하고, 비트오류율이 미리 정한 제 2 임계값을 상회한 경우, C/N 저레벨판정부(514)는 C/N이 낮다고 판단하고, 해당 결과를 게이트신호선택부(49A)에 대해서 출력한다.

여기서, 예를 들면 C/N 고레벨판정부(513)에서의 제 1 임계값에 대해서는 상술한 바와 같이 1×10^{-4} 로 하면 좋다.

또한, C/N 저레벨판정부(514)에서의 제 2 임계값에 대해서는 상기 제 10 실시형태에서 이용한 값 22.5[deg]에서의 $C/N=3\text{dB}$ 에 따라서 도 68에서 판독하면, 2.3×10^{-2} 가 구해진다. 따라서, 제 1 임계값은 1×10^{-4} 를, 제 2 임계값은 2.3×10^{-2} 를 기준으로 설정하면 좋다.

이상과 같이, 본 발명의 제 13 실시형태에 따른 복조장치는 BPSK변조신호기간에서 위상동기가 되어 있을 때의 C/N상태를 TMCC신호의 비트오류율에 기초하여 검출하고, 해당 C/N상태, 및 위상오차검출부(341)에서 설치한 복수의 위상 변조방식에 대응하는 기준위상에 따라 초기의 반송파재생에서는 BPSK변조되는 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어 동기 보조신호기간을 이용하여 위상 보정을 실시하고, 위상 동기후는 해당 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상 보정을 실시한다.

이에 의해, 저 C/N상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 BPSK, QPSK, 및 8PSK변조가 이루어지는 주신호 기간에서의 복조신호의 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시킬 수 있다.

(제 14 실시형태)

본 발명의 제 14 실시형태에 따른 복조장치는 상술한 제 9~제 13 실시형태와 마찬가지로 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에서 위상 잡음에 기인하는 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 것이다.

이하, 상술한 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시키는 본 발명의 제 14 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 설명한다.

도 71은 청구항 22, 37, 53에 대응하는 본 발명의 제 14 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 71에 있어서, 제 14 실시형태에 따른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34C), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36), 오류정정검출부(44), 프레임동기판정부(47), BER검출부(51A), 게이트신호선택부(49B), 복조모드전환부(50A), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오통신부(39), T-MCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 71에 도시한 바와 같이, 제 14 실시형태에 따른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 오류정정검출부(44), 프레임동기판정부(47), BER검출부(51A), 게이트신호선택부(49B), 및 복조모드전환부(50A)를 더 부가하고, 위상보정부(34)를 위상보정부(34C)로 대신한 구성이며, 또 상기 제 11 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 C/N검출부(48A)를 BER검출부(51A)로 대신한 구성이 된다.

또한, 제 14 실시형태에 따른 복조장치의 그외의 구성은 상기 제 1, 및 제 11 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

또한, 제 14 실시형태에 따른 복조장치가 실시하는 처리 단계는 상기 제 11 실시형태에서 도 63에 도시한 처리 단계와 동일하므로 그 설명을 생략한다.

이상과 같이, 본 발명의 제 14 실시형태에 따른 복조장치는 BPSK변조신호기간에서 위상 동기가 되어 있을 때의 C/N상태를 TMCC신호의 비트오류율에 기초하여 검출하고, 해당 C/N이 미리 정한 레벨인 경우, 통신 프레임의 전 기간에서 8PSK변조가 되어 있다고 간주하여 위상 오차의 보정을 실시하고, 또한 위상오차검출부(341)에서 설치한 복수의 위상 변조방식에 대응하는 기준 위상에 따라 초기의 반송파 재생에서는 BPSK변조되는 프레임동기신호/TMCC신호기간, 및 캐리어동기보조신호기간을 이용하여 위상 보정을 실시하고, 위상동기후는 해당 기간 이외의 주신호의 변조기간에서도 위상 보정을 실시한다.

이에 의해, 저 C/N상태에서도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있고, 또한 BPSK, QPSK, 및 8PSK변조가 되는 주신호 기간에서의 복조신호의 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 제 9~제 14 실시형태에 따른 복조장치에서, 정상복조에 이르고 나서도 C/N의 상태를 감시하여 그 C/N 검출결과에 의해 위상 보정의 대상을 변화시키는 것에 의해 복조신호의 위상 지터의 영향을 경감하여 수신 성능을 향상할 수 있는 것은 물론이다.

또한, 상기 제 2~제 8 실시형태에 따른 복조장치는 각각 기본이 되는 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 의사 동기를 피하는 것을 목적으로 하고, 상기 제 9~제 14 실시형태에 따른 복조장치는 각각 기본이 되는 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 대해서 위상 지터의 영향을 경감하는 것을 목적으로 하여 각각 기재하였다. 그러나, 제 2~제 8 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 상기 제 9~제 14 실시형태에 따른 복조장치의 구성을 각각 조합하는 것에 의해 의사 동기의 회피와 위상 지터의 영향의 경감을 동시에 실현할 수 있다(청구항 23~32, 54~63).

또한, 상기 제 1~제 14 실시형태에서는 시분할 다중화를 실시하는 변조방식으로서 BPSK, QPSK, 8PSK를 예를 들어 설명했지만, 캐리어 동기 보조신호의 변조방식을 시분할 다중화되는 n상 위상변조 중 가장 위상수(n)가 적은 위상변조로 하면 다른 변조방식에서도 상술한 것과 동일한 효과를 얻을 수 있다.

또한, 각 통신 프레임내의 프레임 동기 신호의 설치 위치가 캐리어 동기 보조신호의 삽입 주기에 있는 위치와 어느 정도 가까운 경우에는 상기 제 9 실시형태에서 설명한 프레임 동기 판정부(47)(도 50)의 구성을 상기 제 3, 제 5, 및 제 7 실시형태에서의 위상동기검출부(43)로, 상기 제 4, 제 6, 및 제 8 실시형태에서의 제 1 위상동기검출부(43A)로 각각 이용하는 것이 가능하며, 이것에 의해 회로의 간소화를 도모할 수 있다.

(3) 그 외의 송신계, 및 수신계

상기 (1) 송신계, 및 (2) 수신계의 설명에서는 통신프레임내에 BPSK변조의 캐리어동기보조신호를 분산 삽입하고, 이 캐리어 동기 보조신호를 이용하여 주파수· 위상 보정하는 변조·복조장치 및 방법을 설명하였다.

여기서, 상술한 바와 같이, 주신호에는 저계층 신호, 즉 BPSK변조되어 있는 신호가 존재한다(도 2 참조). 따라서, 이 BPSK변조의 주신호인 저계층신호를 초기의 반송파재생에 이용하면 더욱 고속 및 안정적으로 동기를 실시할 수 있다.

따라서, 이하에서는 BPSK변조되어 있는 저계층신호를 이용하여 반송파 재생을 실시할 수 있는 변조·복조장치 및 방법에 대해서 설명한다.

(변조장치 및 방법의 다른 실시형태)

도 72는 청구항 3, 4, 7, 8에 대응하는 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 변조장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 72에서, 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 변조장치는 프레임동기신호/TMCC신호생성부(11), TS패킷합성부(12), TMCC오류정정부호화부(13), 제 1 오류정정부호화부(14), 제 2 오류정정부호화부(15), 제 1 BPSK매핑부(16), BPSK/QPSK매핑부(17), 8PSK매핑부(18), 다중화/직교변조부(19), 동기보조신호생성부(22), 차동부호화부(23), 및 제 2 BPSK매핑부(21)를 구비한다.

도 73은 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 변조장치에 있어서 생성되는 통신 프레임의 한 예를 도시한 도면이다.

도 72에 도시한 바와 같이, 다른 변조장치는 상기 변조장치(도 1 참조)에 차동부호화부(23)를 더 부가하고, 동기보조신호생성부(20)를 동기보조신호생성부(22)로 대신한 구성이 된다.

또한, 다른 변조장치의 그외의 구성은 상기 변조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

이하, 다른 변조장치가 상기 변조장치와 다른 구성인 동기 보조신호 생성부(22), 및 차동부호화부(23)의 동작을 설명한다.

동기 보조신호발생부(22)는 상술한 바와 같이 캐리어 동기 보조신호를 생성한다. 이때, 동기 보조신호발생부(22)는 입력하는 TMCC정보에 기초하여 도 73에 도시한 바와 같이 캐리어 동기 보조신호를 삽입하는 위치의 다음 패킷에 실시되는 변조방식을 정의한 정보를 중첩한다. 차동부호화부(23)는 변조방식 정보가 중첩한 캐리어 동기 보조신호를 입력하고, 복조장치에서 캐리어 동기가 되어 있지 않은 상태라도 변조방식정보를 복호할 수 있도록 변조방식 정보에 차동부호화를 실시한다. 그리고, 이 차동부호화된 변조방식 정보를 중첩한 캐리어 동기 보조신호는 제 2 BPSK 매핑부(21)에 입력된다.

이후의 동작은 상기한 바와 같다.

상기 동기 보조신호생성부(22), 및 차동부호화부(23)가 실시하는 동작을 구체적인 값을 한 예로 들어 설명한다.

이제, 1비트중에 4심볼(=4비트)의 캐리어 동기 보조신호를 4개 삽입하는 통신 프레임을 생성하는 경우를 생각한다. 이때, 동기 보조신호생성부(22)에서 생성하는 각 변조방식의 캐리어 동기 보조신호($4 \times 4 = 16$ 비트)를 이하와 같이 설정한다.

8PSK:0111111111111111

QPSK:0010101010101010

BPSK:0101010101010101

이 캐리어 동기 보조신호에 대해 차동부호화부(23)에서 각각 차동부호화를 실시하면 이하와 같이 된다.

8PSK:0101010101010101

QPSK:0011001100110011

BPSK:0110011001100110

이 차동부호화후의 캐리어 동기 보조신호를 후술하는 복조장치에서 복호하면 이하와 같이 된다.

8PSK:X1111111111111111

QPSK:X0101010101010101

BPSK:X1010101010101010

이와 같이, 차동부호화후의 캐리어 동기 보조신호는 1 또는 0이 연속하는 일이 없기 때문에 변조파에 캐리어가 서는 일이 없고, 또 차동 복호후 2bit마다 동일 패턴이 7회씩 나타나기 때문에 복조장치에서 다수결 판결을 이용하여 신뢰성을 높일 수 있다.

이상과 같이, 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 변조장치에 의하면 복조장치에 있어서, 다음 패킷의 변조방식을 정의하는 정보를 중첩한 캐리어 동기를 보조하는 신호를 저 C/N상태에 대해 강한 BPSK에 의해 변조하고, 패킷내에 분산하여 삽입한 통신 프레임을 출력한다.

이것에 의해, 복조장치에 있어서, 저 C/N상태에서도 패킷내에 분산시킨 BPSK의 캐리어 동기보조신호, 및 BPSK변조된 주신호를 이용하여 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

(복조장치 및 방법의 다른 실시형태)

다음으로, 상술한 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 변조장치에서 생성된 통신프레임을 복조하는 복조장치 및 방법을 이하에 설명한다.

도 74는 청구항 38, 64에 대응하는 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 복조장치의 구성을 도시한 블록도이다. 도 74에서, 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 복조장치는 직교검파부(31), 주파수보정부(32), 대역제한필터(33), 위상보정부(34), 프레임동기검출부(35), 타이밍생성부(36A), 캐리어동기보조신호디코더(52), 제 1 오류정정부(37), 제 2 오류정정부(38), 비디오디코더(39), TMCC디코더(40), 및 BER측정부(41)를 구비한다.

도 74에 도시한 바와 같이, 한 실시형태에 따른 다른 복조장치는 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 캐리어 동기 보조신호 디코더(52)를 더 부가하고, 타이밍생성부(36)를 타이밍생성부(36A)로 대신한 구성이다.

또한, 한 실시형태에 따른 다른 복조장치의 그 외의 구성은 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치의 구성과 동일하며, 해당 구성부분에 대해서는 동일한 참조번호를 붙여 그 설명을 생략한다.

이하, 한 실시형태에 따른 다른 복조장치가 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치와 다른 구성인 캐리어 동기 보조신호 디코더(52), 및 타이밍생성부(36A)의 동작을 차례로 설명한다.

도 75는 캐리어 동기 보조신호 디코더(52)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 75에 있어서, 캐리어 동기 보조신호 디코더(52)는 지연검파부(521), 위상식별부(522), BPSK동기보조신호패턴조합부(523), 주신호 BPSK게이트생성부(524)를 구비한다.

지연검파부(521)는 대역제한필터(33)로부터의 신호를 입력하고, 현재의 위상 변조신호와 1심볼전의 위상변조신호의 복소공역신호의 복소승산을 실시한다. 위상식별부(522)는 지연검파부(521)가 출력하는 신호의 위상을 식별하여 데이터를 복호한다. BPSK 동기 보조신호패턴조합부(523)는 위상식별부(522)가 출력하는 신호에서 캐리어 동기보조신호의 위치를 검출하고, 캐리어동기보조신호에 중첩되어 있는 변조방식 정보를 추출하여 주신호 BPSK 게이트생성부(524)로 출력한다. 주신호 BPSK 게이트생성부(524)는 입력하는 변조방식 정보에 기초하여 변조방식이 BPSK인 주신호의 기간을 부여하는 타이밍신호(게이트신호)를 생성한다(도 76의 (c)).

이 타이밍신호는 타이밍생성부(36A)로 출력된다.

타이밍생성부(36A)는 우선 프레임동기검출부(35)에서 검출된 프레임선두신호에 기초하여 1통신프레임내의 프레임동기신호/TMCC신호의 기간, 및 캐리어 동기 보조신호의 기간을 검출하고, 도 76의 (b)에 도시한 바와 같은 해당 기간에 따른 보조신호 BPSK타이밍신호를 생성한다. 다음으로, 타이밍생성부(36A)는 생성한 BPSK타이밍신호(도 76의 (b))와, 캐리어 동기 보조신호 디코더(52)가 출력하는 주신호 BPSK타이밍신호(도 76의 (c))에 기초하여 통신 프레임내의 BPSK변조가 되어 있는 기간을 부여하는 전 BPSK 타이밍신호(도 76의 (d))를 생성한다.

이 전 BPSK타이밍신호는 주파수보정부(32), 및 위상보정부(34)로 출력되며, 해당 신호에 따른 보정이 이루어진다.

이상과 같이, 본 발명의 한 실시형태에 따른 다른 복조장치에 의하면 시분할 다중화되는 위상변조신호 중, 패킷내에 분산 배치된 캐리어 동기 보조신호를 포함하는 BPSK에 부가하고, BPSK변조가 되어 있는 주신호를 이용하여 반송파 재생을 실시한다.

이에 의해, 저 C/N상태에서도 패킷내에 분산시킨 BPSK의 캐리어 동기 보조신호, 및 BPSK 변조된 주신호를 이용하여 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시할 수 있다.

또한, 상기 실시형태에서는 캐리어 동기 보조 신호 디코더(52), 및 타이밍생성부(36A)의 구성을 상기 제 1 실시형태에 따른 복조장치에 이용한 경우를 설명하였다. 그러나, 이 캐리어 동기 보조신호 디코더(52), 및 타이밍생성부(36A)의 구성은 상기 제 2~제 14 실시형태에 따른 복조장치에도 이용하는 것이 가능하며, 이용하는 것에 의해 동일한 효과를 가질 수 있다.

여기서, 제 10, 제 11, 제 13, 및 제 14 실시형태에 따른 복조장치에 캐리어 동기 보조 신호 디코더(52), 및 타이밍생성부(36A)의 구성을 이용하는 경우, TMCC디코더(40)에서 얻은 주신호의 변조방식의 정보를 캐리어 동기 보조신호 디코더(52)에서 얻는 것도 물론 가능하다.

또한, 상술한 복조장치에 관한 각 실시형태에 있어서, 직교검파부(31)에서의 국부발진신호의 주파수를 주파수 보정부(32)의 주파수 오차 유지부(322)의 출력에 의해 가변할 수 있도록 하고, 상기 구성의 주파수보정부(32)의 복소 승산부(324)대신에 직교검파부(31)에 의해 주파수 오차를 보정해도 동일한 효과를 얻을 수 있는 것은 물론이다.

산업상 이용 가능성

본 발명은 디지털 위성방송 시스템에 있어서, 저 C/N시에 복조장치의 전원 투입이나 채널 선택 등의 동작을 실시하여도 고속 및 안정적으로 캐리어 동기를 실시하는 것이 가능한 변조·복조장치 및 방법으로서 이용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

통신대상인 복수의 데이터에 대해, 해당 데이터의 각 계층마다 다른 전송효율의 위상변조를 실시하여 미리 정해진 고정 길이의 통신 프레임을 생성하는 변조장치에 있어서,

상기 복수의 데이터의 각각에 대하여, 데이터 내용에 대응하는 위상변조를 실시하여 변조신호를 생성하는 위상변조수단,

상기 데이터에 실시한 복수의 위상변조 중 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소위상변조라고 함)를 사용하여 위상 변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호를 생성하는 신호생성수단, 및

상기 캐리어 동기 보조신호가 상기 통신 프레임 내에서 동일한 시간 간격으로 분산하도록 상기 변조신호, 및 상기 캐리어 동기 보조신호를 시분할 다중화하는 다중화 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 캐리어 동기 보조신호는 2심볼 이상 연속시켜 시분할 다중화되는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 캐리어 동기 보조신호는 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대해서 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

입력하는 신호에 대하여 차동 부호화를 실시하여 출력하는 차동부호화 수단을 더 구비하고,

상기 신호생성수단은 상기 차동 부호화 수단에서 차동 부호화된 후의 신호에 대하여 상기 데이터에 실시한 복수의 위상 변조 중 상기 최소위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 변조장치.

청구항 5.

통신 대상인 복수의 데이터에 대하여 해당 데이터의 각 계층마다 다른 전송효율의 위상변조를 실시하여 미리 정해진 고정 길이의 통신 프레임을 생성하는 변조방법에 있어서,

상기 데이터에 실시한 복수의 위상변조 중 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소 위상변조라고 함)를 사용하여 위상 변조를 실시한 캐리어 동기보조신호를 생성하고, 해당 캐리어 동기보조신호가 상기 통신 프레임 내에서 동일한 시간 간격으로 분산하도록 시분할 다중화되는 것을 특징으로 하는 변조방법.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호는 2심볼 이상 연속시켜 시분할 다중화되는 것을 특징으로 하는 변조방법.

청구항 7.

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호는 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대하여 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하는 것을 특징으로 하는 변조방법

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 캐리어 동기 보조신호는 차동 부호화된 후의 신호에 대하여, 상기 데이터에 실시한 복수의 위상변조 중 상기 최소 위상변조를 실시함으로써 생성되는 것을 특징으로 하는 변조방법.

청구항 9.

복수의 위상변조신호와 함께 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기 보조신호가 동일한 시간 간격으로 분산하도록 시분할 다중화된 해당 통신 프레임을 수신하는 복조장치에 있어서,

상기 통신 프레임 내의 미리 정해진 신호기간의 주파수 오차를 검출하여 주파수 오차의 보정을 실시하는 주파수 보정수단,

상기 통신 프레임 내의 미리 정해진 신호기간의 위상오차를 검출하여 위상 오차의 보정을 실시하는 위상보정수단,

상기 주파수 보정수단 또는 상기 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 지연검파를 사용하여 통신 프레임의 동기 신호를 검출함으로써 프레임 선두위치를 검출하는 프레임 동기 검출수단, 및

상기 프레임 동기검출수단에서 검출한 상기 프레임 선두 위치에 기초하여 상기 최소 위상변조가 실시된 기간 중 적어도 상기 캐리어 동기 보조신호의 기간(이하, 동기신호기간이라고 함)을 검출하고, 해당 동기신호기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 타이밍 생성수단을 구비하고,

상기 주파수 보정수단, 및 상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에 있어서, 상기 최소 위상변조에 따른 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단 또는 상기 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 상기 위상보정수단이 의사동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단, 및

상기 주파수 인입 검출수단의 판단 결과, 상기 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료한 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 11.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상 동기의 상태를 검출하는 위상 동기 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 위상 동기 검출수단과 상기 오류정정 검출수단의 검출 결과로부터 의사 동기인지 여부를 판정하는 의사 동기 판정수단, 및

상기 의사 동기 판정수단의 판정결과, 의사 동기인 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 12.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기보조신호 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 1 위상 동기 검출수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 2 위상 동기 검출수단,

상기 제 1 위상 동기 검출수단과 상기 제 2 위상 동기 검출수단의 검출결과로부터 의사 동기인지 여부를 판정하는 의사 동기 판정수단, 및

상기 의사 동기 판정수단의 판정결과, 의사 동기인 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 13.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기 보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 위상 동기검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

상기 위상 동기검출수단과 상기 오류정정검출수단의 검출결과로부터 의사 동기인지 여부를 판정하는 의사 동기 판정수단, 및

상기 의사 동기 판정수단의 판정결과, 의사 동기인 경우에는 상기 위상보정수단으로 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 주파수 스텝 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 14.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 1 위상동기검출수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 제 2 위상동기검출수단,

상기 제 1 위상동기검출수단과 상기 제 2 위상동기검출수단의 검출결과로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 의사동기 판정수단, 및

상기 의사동기 판정수단의 판정 결과, 의사동기인 경우에는 상기 위상보정수단으로 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 주파수 스텝 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 15.

제 13 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 상기 위상보정수단이 의사 동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단, 및

상기 주파수 인입 검출수단의 판단 결과, 상기 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 상기 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료한 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 16.

제 14 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단 또는 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 주파수 인입 상태를 검출하여 상기 위상보정수단이 의사 동기하는 주파수인지 여부를 판단하는 주파수 인입 검출수단, 및

상기 주파수 인입 검출수단의 판단결과, 상기 위상보정수단이 의사동기하지 않는 주파수까지 주파수 보정수단에서의 주파수 보정이 완료한 경우에는 상기 위상보정수단을 초기화하는 위상보정 재설정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 17.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단, 및

상기 프레임 동기판정수단과 상기 C/N 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 또 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우는 상기 통신 프레임의 전(全) 기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기 신호 기간 이외에서는 상기 통신 프레임내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 18.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 신호기간부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소 위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기 신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 19.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 프레임동기 판정수단 및 상기 오류정정검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기 판정수단, 상기 C/N 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대해 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전 기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대해 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우는 상기 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따라서 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 20.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트 오류율을 측정하고, 해당 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기 판정수단과 상기 BER 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 21.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트 오류율을 측정하고, 해당 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 BER 검출수단, 및 상기 오류 정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상 동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 22.

제 9 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 프레임동기판정수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임동기 판정수단, 상기 BER 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 23.

제 10 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기수단과 상기 C/N 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 24.

제 10 항, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임동기 판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 25.

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단, 및 상기 오류정정검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 상기 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 26.

제 10 항, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음 전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 프레임 동기 판정수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상 동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에

의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 27.

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기 판정수단,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 C/N 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 프레임 동기판정수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 C/N 검출수단, 및 상기 오류정정검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료하지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소 위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간이외에서는 상기 통신프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 28.

제 10 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER검출수단,

상기 프레임 동기판정수단과 상기 BER 검출수단의 검출결과와, 상기 타이밍 신호에 기초하여, 위상동기가 있고, 또한 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고, 그 이외의 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 29.

제 10 항, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임동기 판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트 오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임동기판정수단, 상기 BER 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 30.

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트 오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간부여수단,

상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기 판정수단, 상기 BER 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우 이외에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 31.

제 10 항, 제 12 항, 제 14 항 또는 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 프레임 동기 신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 오류정정검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기 신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 프레임 동기판정수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 BER 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우는 상기 최소위상변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 32.

제 11 항, 제 13 항 또는 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보정수단의 출력신호를 입력하고, 상기 위상보정수단에서의 위상동기를 검출하는 프레임 동기판정수단,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 BER 검출수단,

상기 통신 프레임에서 상기 동기신호기간 이외의 각 위상변조신호의 기간을 부여하는 신호를 출력하는 신호기간 부여수단,

상기 프레임 동기판정수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여, 상기 위상보정수단에서의 복조방식을 위상변조방식에 대응하여 전환하는 복조모드신호를 출력하는 복조모드 전환수단, 및

상기 프레임 동기판정수단, 상기 BER 검출수단, 및 상기 오류정정 검출수단의 검출결과와, 상기 신호기간 부여수단이 출력하는 신호와 상기 타이밍 신호에 기초하여,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 부여하는 게이트 신호를,

그 이외의 경우에는 상기 최소위상 변조기간, 및 미리 정한 변조신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서,

미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우에는 상기 통신 프레임의 전기간을 부여하는 게이트 신호를,

미리 정한 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하고,

위상동기가 없는 경우에는 상기 동기신호기간을 부여하는 게이트 신호를 생성하는 게이트 신호 생성수단을 더 구비하고,

상기 위상보정수단은 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우, 상기 타이밍 신호가 부여하는 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상차를 검출하고, 상기 동기 신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상 변조에 의한 위상오차를 검출하고, 오류정정이 완료되어 있는 경우, 상기 복조모드신호에 따른 위상변조방식에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 게이트 신호가 부여하는 기간에 따라서 보정동작을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 33.

제 9 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기검출수단은

신호를 지연 검파하는 지연검파수단,

지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 1 또는 2이상의 위상식별수단, 및

상기 1 또는 2 이상의 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합(照合)을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 1 또는 2 이상의 위상식별수단은 상기 프레임 동기신호를 전송하는 위상변조에 대응한 위상식별영역을 각각 갖고, 2이상의 해당 위상식별영역은 각각 다른 위상회전을 실시하여 병렬로 설치하고,

상기 조합수단은 상기 위상식별영역의 위상회전량이 다른 상기 위상식별수단의 각각의 출력에 대하여 패턴 조합을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 34.

제 9 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파신호에 미리 정한 수종류의 위상회전을 부여하는 복수의 위상회전수단,

상기 복수의 위상회전수단의 각각의 출력에 대하여 위상식별을 실시하는 위상식별수단, 및

상기 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 위상식별수단은 상기 프레임 동기신호가 전송되는 위상변조에 대응하는 위상식별영역을 갖고, 지연검파되어 다른 위상회전이 부여된 각각의 위상변조신호에 대하여 전송된 신호를 식별하고,

상기 조합수단은 상기 위상식별수단의 각각의 출력에 대하여 패턴 조합을 실시하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 35.

제 9 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기 검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 위상식별수단,

상기 위상식별수단의 식별위상을 회전하는 식별위상 회전수단, 및

상기 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 위상식별수단은 상기 프레임 동기신호를 전송하는 위상변조에 대응한 위상식별영역을 갖고, 상기 위상회전수단은 상기 조합수단에 의해 상기 프레임 동기신호를 검출하기까지 상기 위상식별수단에서의 상기 위상식별영역의 위상을 회전시키는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 36.

제 9 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 동기검출수단은

신호를 지연검파하는 지연검파수단,

지연검파신호에 위상회전을 부여하는 위상회전수단,

상기 위상회전수단의 출력을 입력하여 지연검파된 위상변조신호로부터 전송된 신호를 식별하는 위상식별수단, 및

상기 위상식별수단의 출력과 상기 프레임 동기신호의 패턴 조합을 실시하는 조합수단을 구비하고,

상기 조합수단에 의해 프레임 동기신호를 검출하기까지 상기 위상회전수단의 위상을 회전시키는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 37.

제 9 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주파수 보정수단의 출력신호를 입력하고, 해당 출력신호의 대역 제한을 실시한 후, 상기 위상보정수단으로 출력하는 대역제한필터를 더 구비하고,

상기 프레임동기검출수단은 주파수 보정수단, 상기 대역제한필터 또는 상기 위상보정수단 중 어느 하나의 출력신호를 입력하고, 상기 프레임 선두위치를 검출하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 38.

제 9 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호가 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대해서 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하고 있는 경우,

상기 정보에 기초하여 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 검출하고, 해당 최소위상변조기간을 부여하는 신호를 상기 타이밍 생성수단으로 출력하는 정보검출수단을 더 구비하고,

상기 타이밍 생성수단은 상기 동기신호기간에 더하여 상기 최소위상변조기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 39.

제 13 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주파수 스텝 수단은 의사동기가 발생하는 주파수를 f_g [Hz] 으로 한 경우, $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$) 에 기초하여 상기 위상보정수단에 입력하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 것을 특징으로 하는 복조장치.

청구항 40.

복수의 위상변조신호와 함께, 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 적은 위상변조(이하, 최소 위상변조라고 함)를 사용하여 위상변조를 실시한 캐리어 동기보조신호가 동일한 시간간격으로 분산하도록 시분할 다중화된 해당 통신 프레임의 복조방법에 있어서,

상기 통신 프레임의 동기신호를 검출함으로써 상기 최소위상변조가 실시된 기간 중 적어도 상기 캐리어동기 보조신호의 기간(이하, 동기신호기간이라고 함)을 검출하는 단계, 및

상기 동기신호기간에서 상기 최소위상변조에 따른 주파수, 및 위상의 보정동작을 실시하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 41.

제 40 항에 있어서,

주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계, 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 42.

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 오류정정상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 43.

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기 보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 위상동기상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 44.

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 오류정정상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 실시하게 하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 45.

제 40 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 기간에서의 위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 캐리어 동기보조신호기간의 위상동기상태와 상기 TMCC 신호기간의 위상동기상태로부터 의사동기인지 여부를 판정하는 단계, 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기인 경우에는 위상보정동작을 실시하게 하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 46.

제 44 항에 있어서,

주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계, 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사 동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 47.

제 45 항에 있어서,

주파수 인입 상태를 검출하여 의사동기가 발생하는 주파수인지 여부를 판정하는 단계, 및

상기 판정 단계에서의 판단 결과, 의사동기가 발생하지 않는 주파수인 경우에는 위상보정동작을 초기화하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 48.

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 상기 통신 프레임의 전기간에서 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 49.

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 50.

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대해 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대 위상 변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 51.

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 52.

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상 동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소 위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 53.

제 40 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료하지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N가 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 54.

제 41 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 55.

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 상기 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값

사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 56.

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 57.

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 58.

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

수신신호의 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는, 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 59.

제 41 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 미리 정한 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 60.

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 61.

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정 전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 62.

제 41 항, 제 43 항, 제 45 항 또는 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC 신호)의 오류정정처리의 정정상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 또 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 또한 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 63.

제 42 항, 제 44 항 또는 제 46 항 중 어느 한 항에 있어서,

위상동기의 상태를 검출하는 단계,

상기 프레임 동기신호에 포함되는 전송제어신호(TMCC신호)의 오류정정전의 비트오류율을 측정하고, 해당 비트오류율에 기초하여 C/N(반송파 전력/잡음전력)의 상태를 검출하는 단계,

위상동기가 있고, 오류정정이 완료한 경우에 있어서, 미리 정한 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 통신 프레임의 전기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 1 임계값과 미리 정한 제 2 임계값 사이의 C/N인 경우, 상기 통신 프레임 내에서 위상수가 가장 많은 위상변조(이하, 최대위상변조라고 함)가 실시된 기간 이외의 기간에서 대응하는 위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 해당 제 2 임계값에 대하여 C/N이 낮은 경우에는 상기 동기신호기간, 및 상기 최소위상변조가 실시된 기간에서 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계, 및

위상동기가 있고, 오류정정이 완료되어 있지 않은 경우에 있어서, 상기 제 1 임계값에 대하여 C/N이 높은 경우, 상기 동기신호기간에서는 상기 최소위상변조에 의한 위상오차를 검출하고, 상기 통신 프레임의 상기 동기신호기간 이외에서는 상기 통신 프레임 내에서의 상기 최대위상변조에 의한 위상오차를 검출한 후, 위상보정동작을 실시하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 64.

제 40 항 내지 제 53 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐리어 동기보조신호가 상기 통신 프레임 내의 시분할 다중화되는 위치에 대하여 다음 패킷이 되는 변조신호에 실시되어 있는 위상변조를 식별하는 정보를 중첩하고 있는 경우,

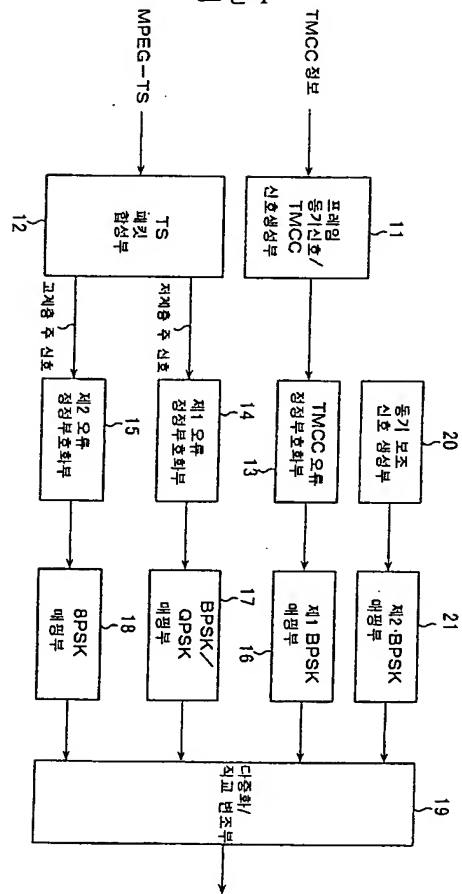
상기 정보에 기초하여 상기 최소위상변조가 실시되어 있는 신호의 기간을 검출하고, 해당 최소위상변조기간을 부여하는 신호를 상기 타이밍 신호를 생성하는 단계로 출력하고, 상기 타이밍 신호를 생성하는 단계는 상기 동기신호기간에 더하여 상기 최소위상변조기간을 부여하는 타이밍 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 복조방법.

청구항 65.

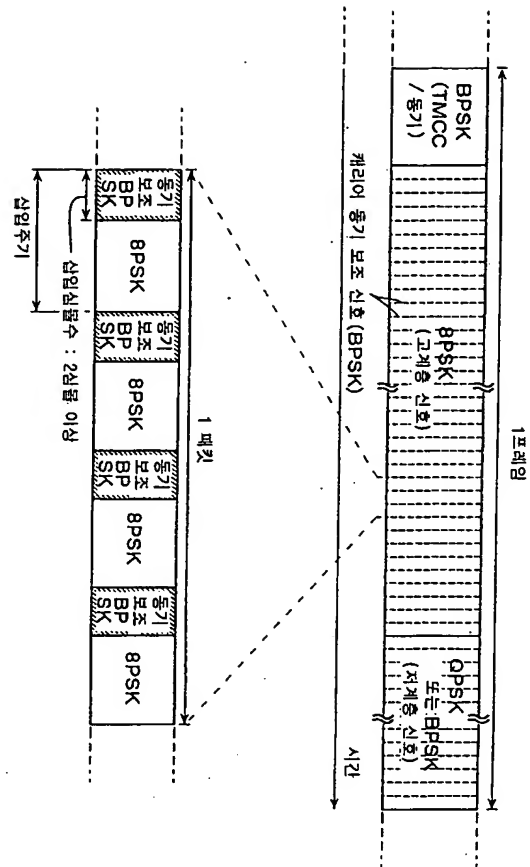
제 44 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주파수를 단계적으로 변화시키는 단계는 의사동기가 발생하는 주파수를 f_g [Hz] 로 한 경우, $(-1)^{n-1} \times n \times f_g$ [Hz] ($n=1, 2, \dots$)에 기초하여 위상보정동작을 실시하는 주파수를 단계적으로 변화시키는 것을 특징으로 하는 복조방법.

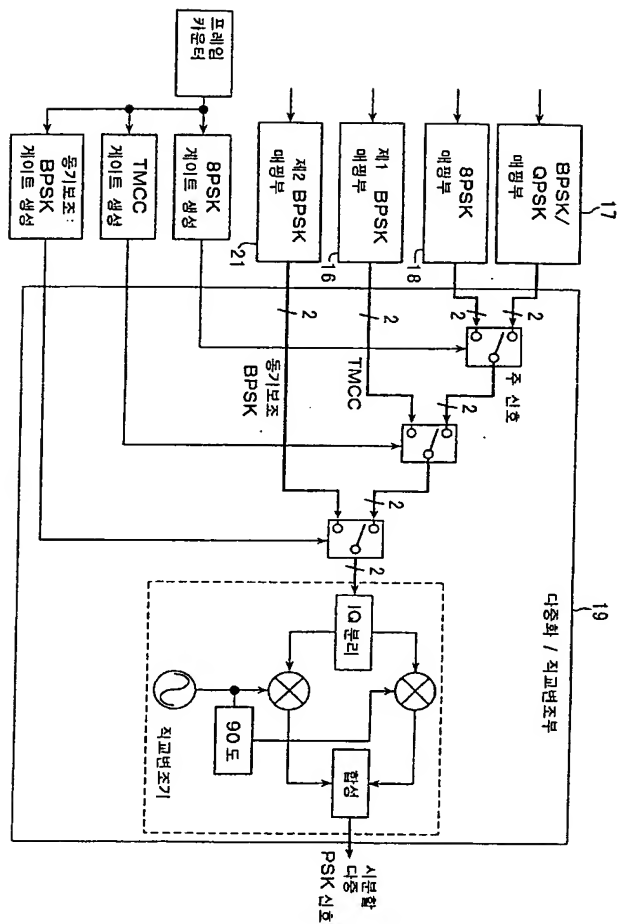
도면 1



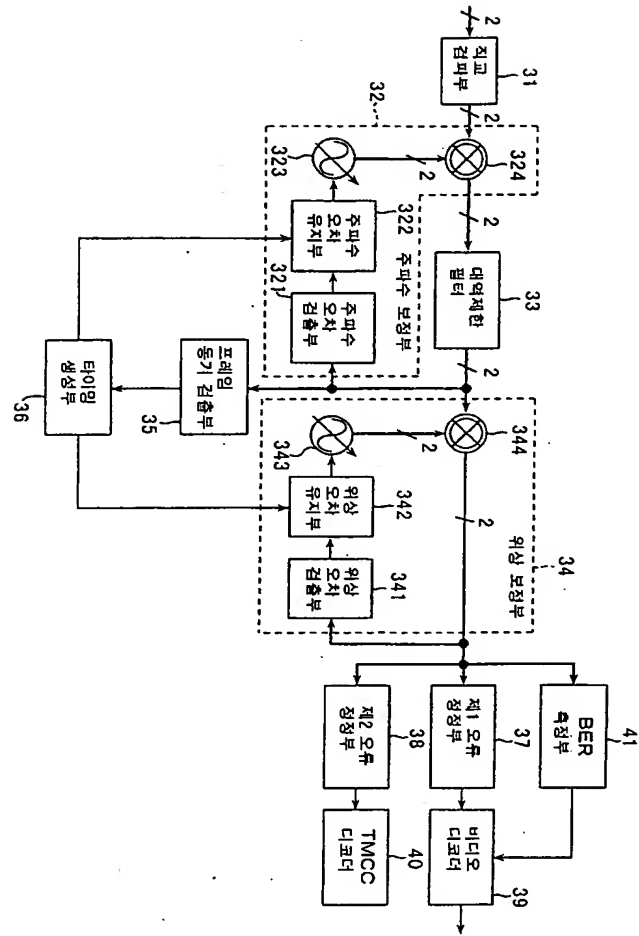
도면 2



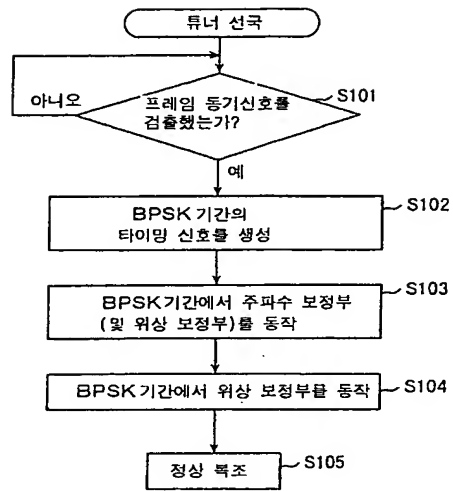
도면 3



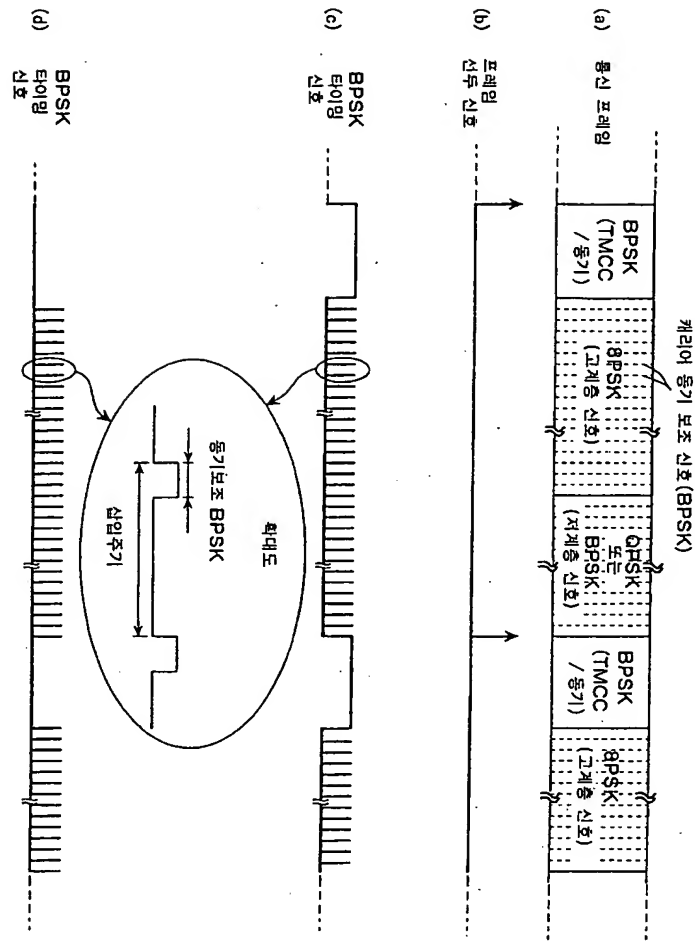
도면 4



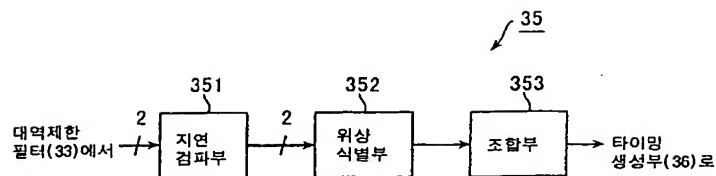
도면 5



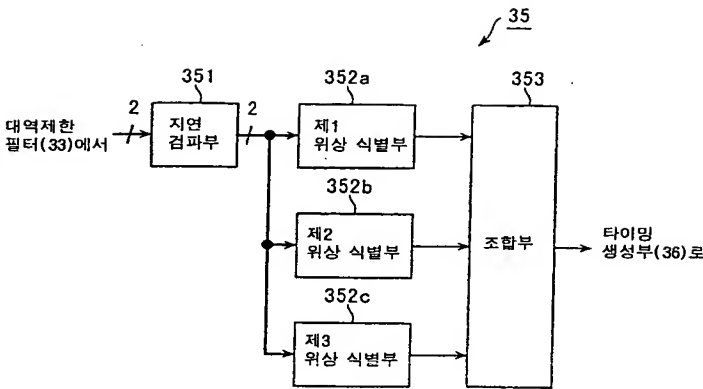
도면 6



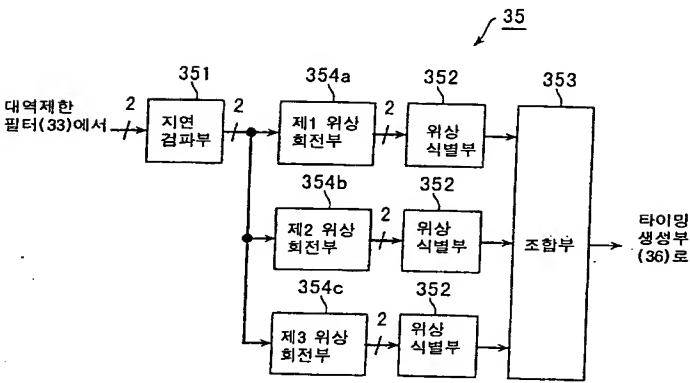
도면 7



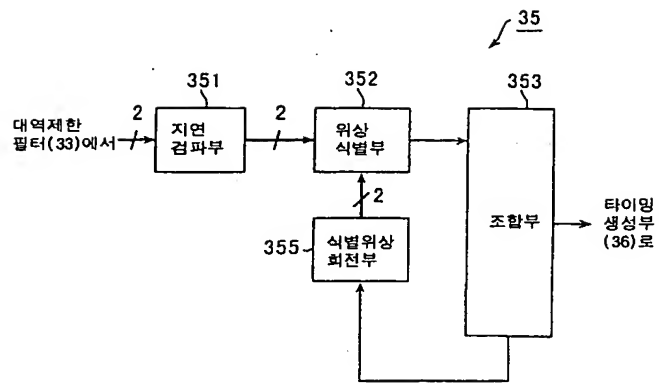
도면 8



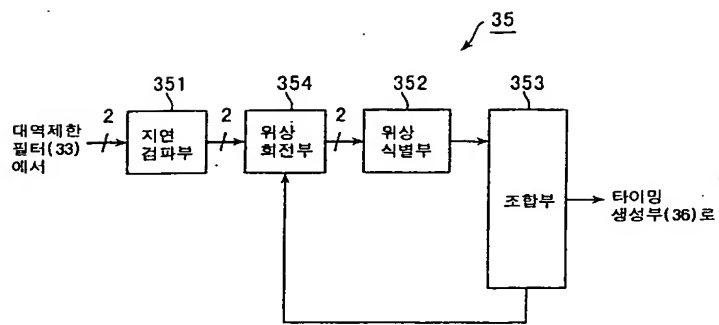
도면 9



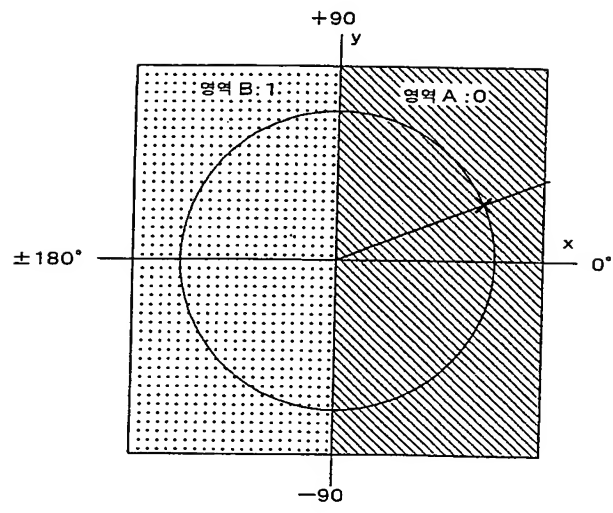
도면 10



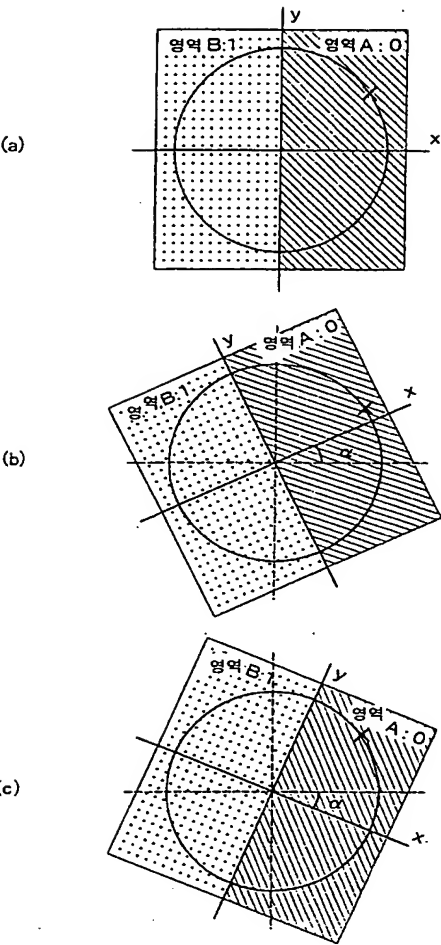
도면 11



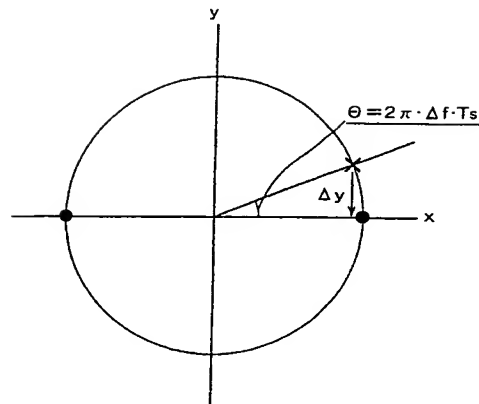
도면 12



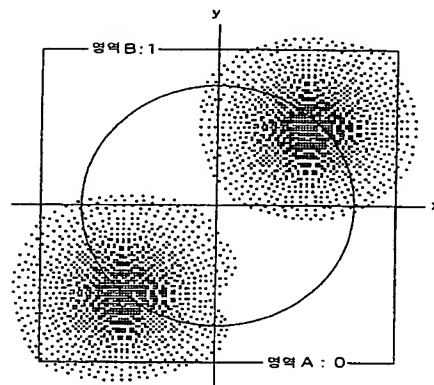
도면 13



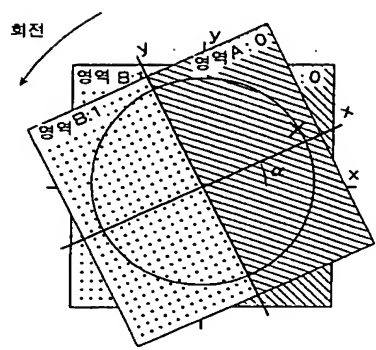
도면 14



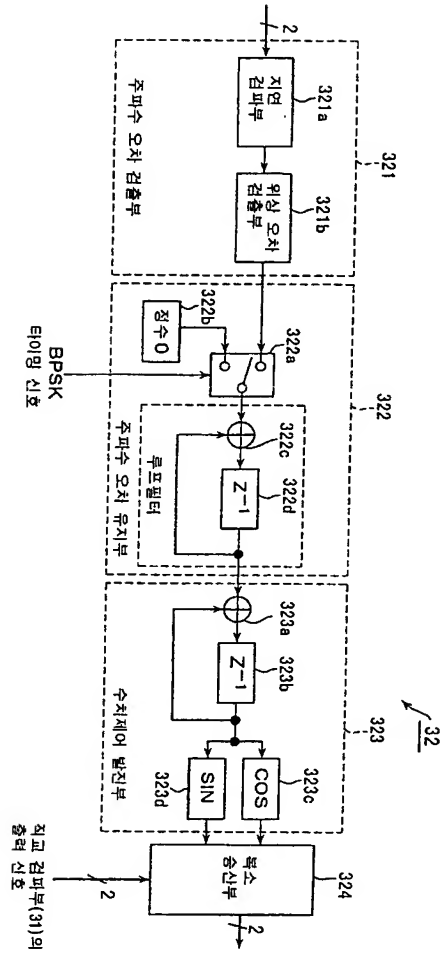
도면 15



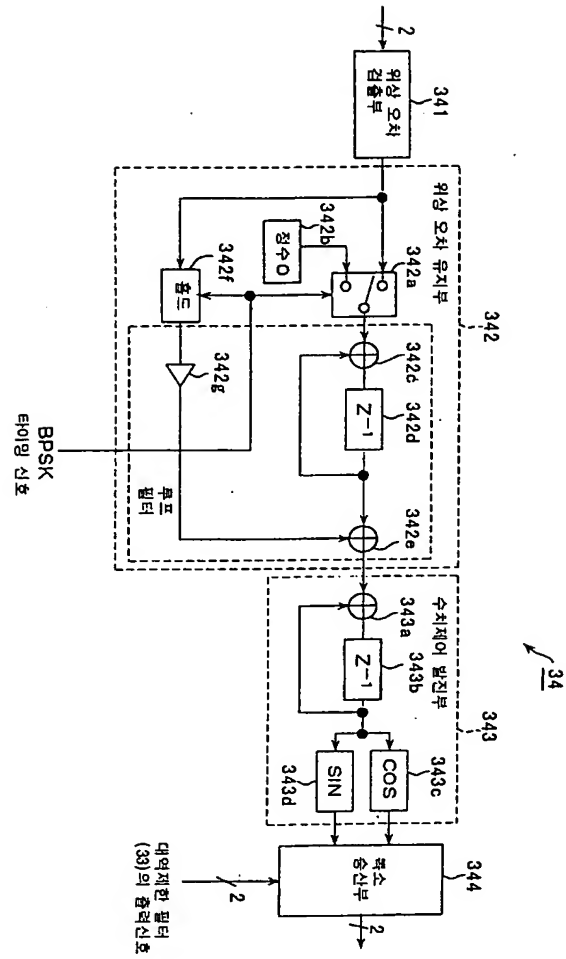
도면 16



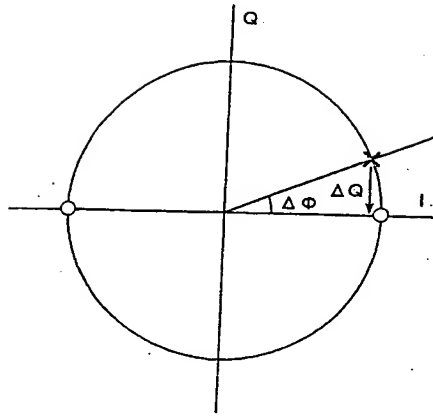
도면 17



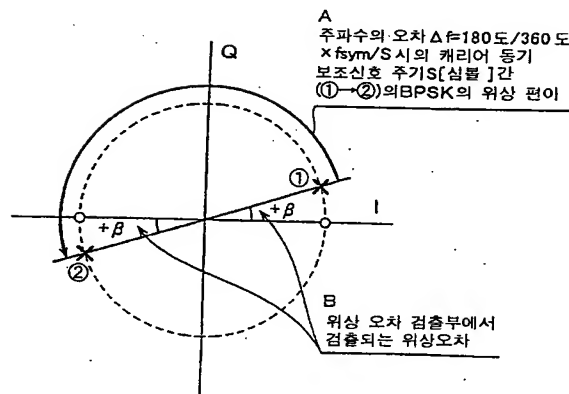
도면 18



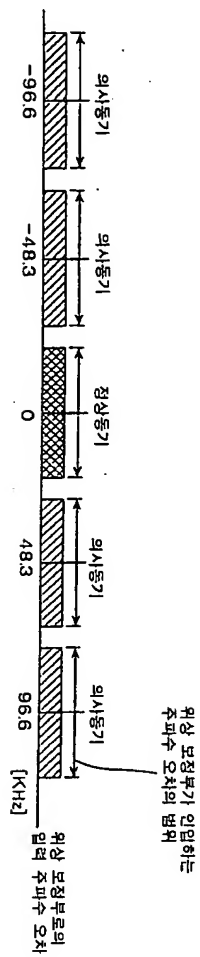
도면 19



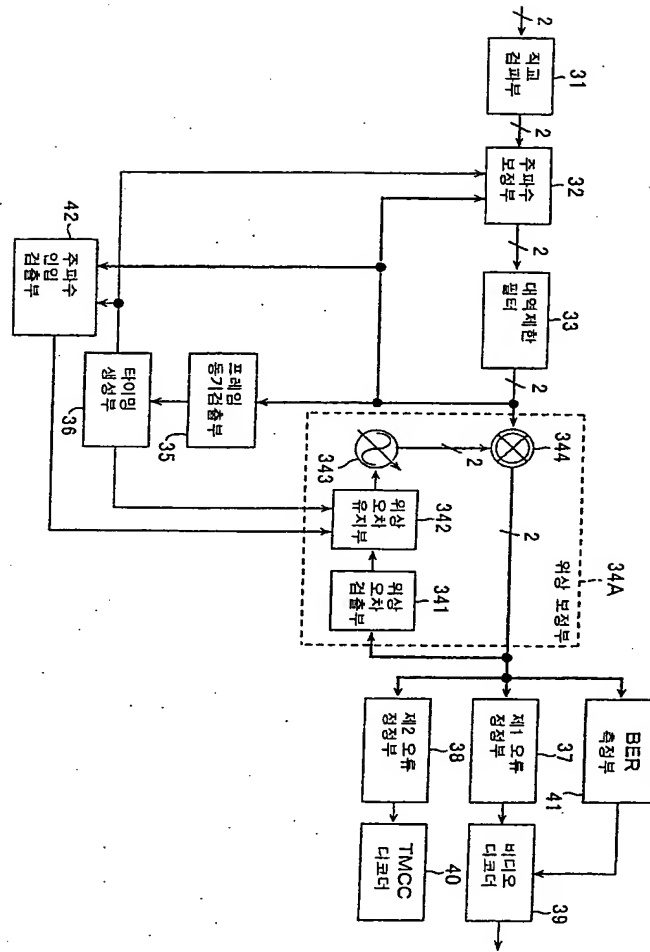
도면 20



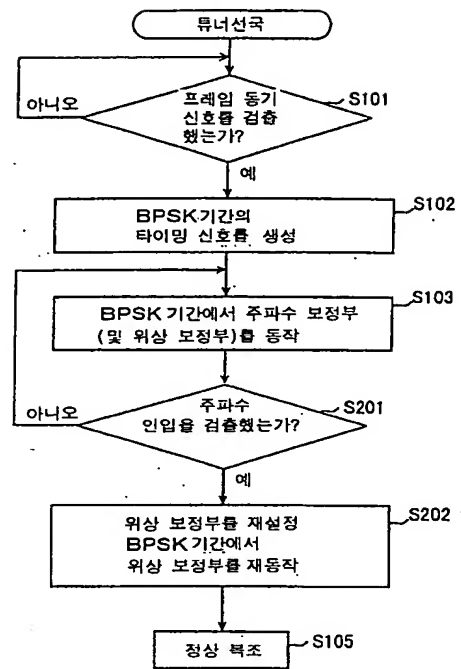
도면 21



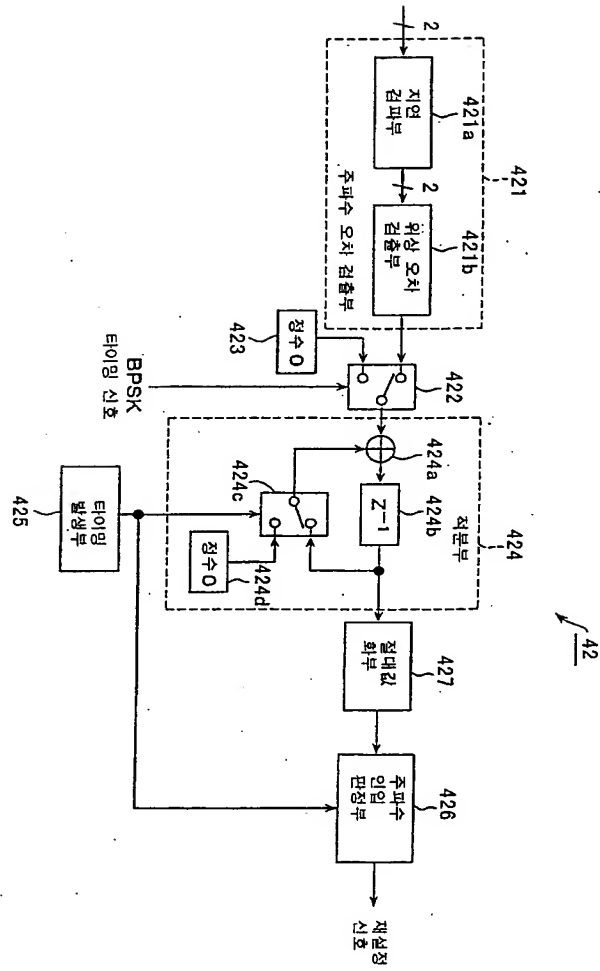
도면 22



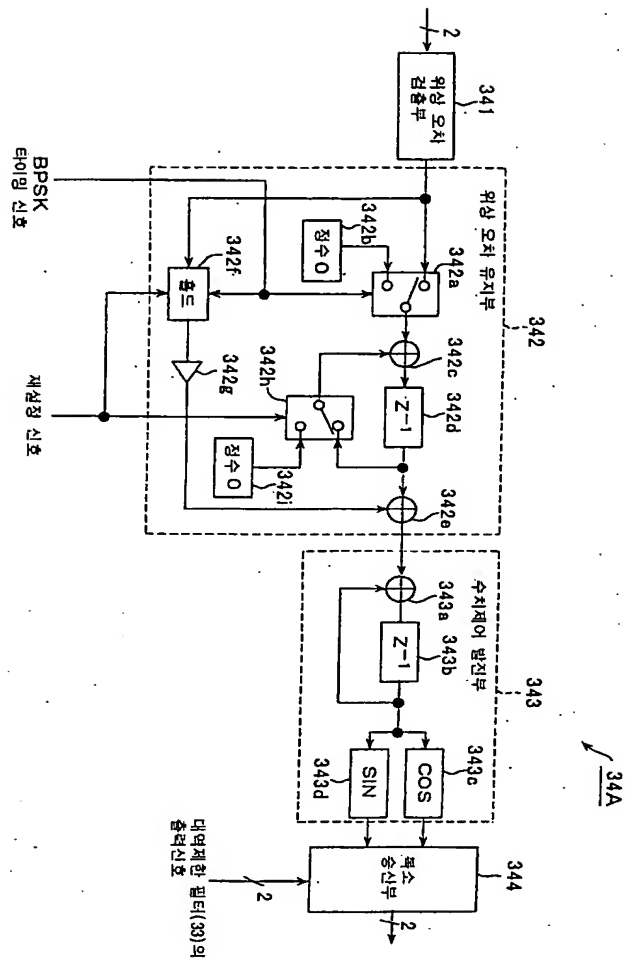
도면 23



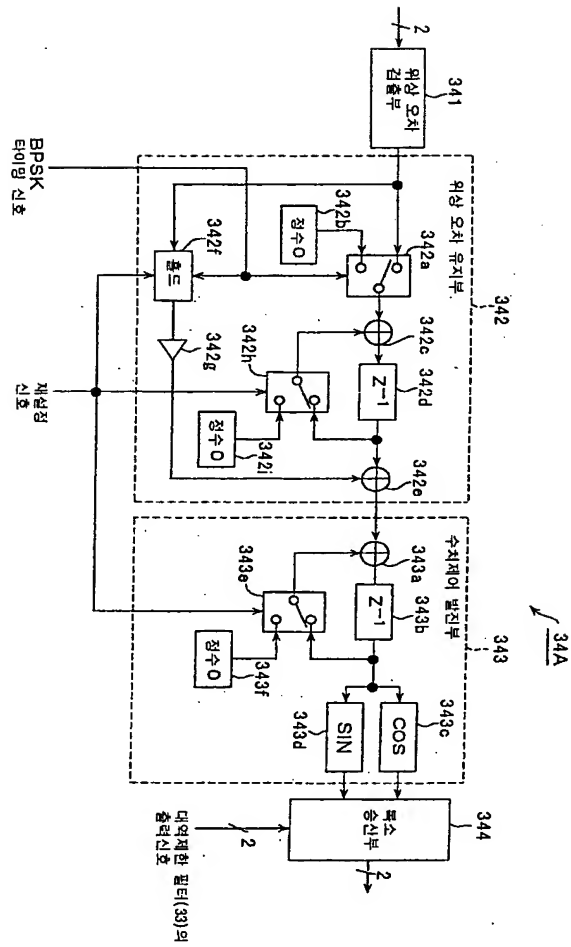
도면 24



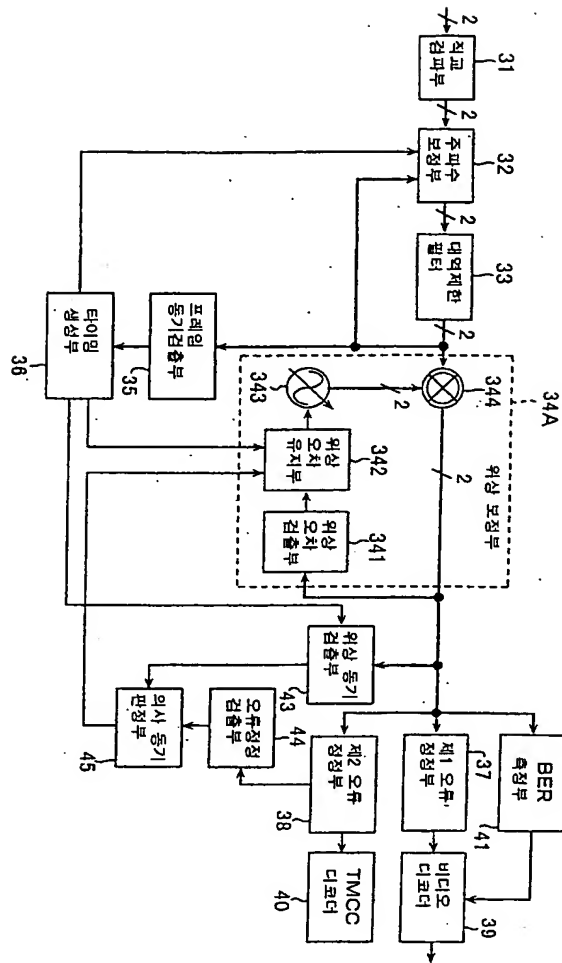
도면 25



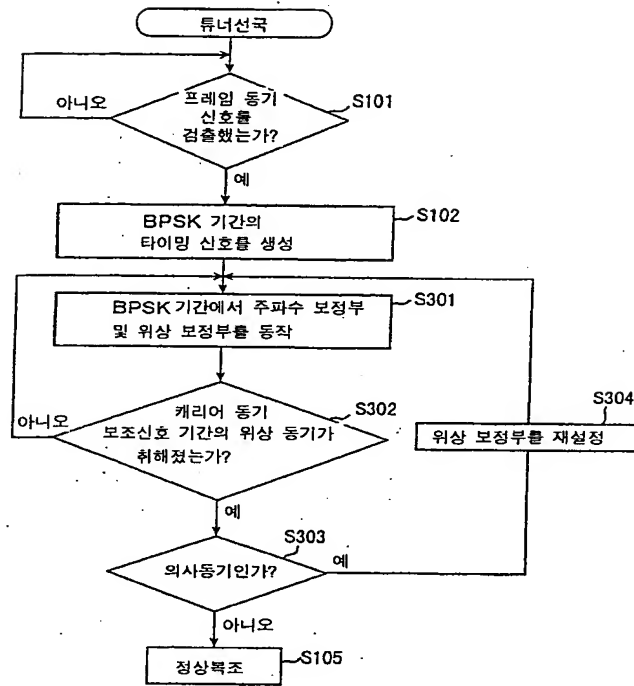
도면 26



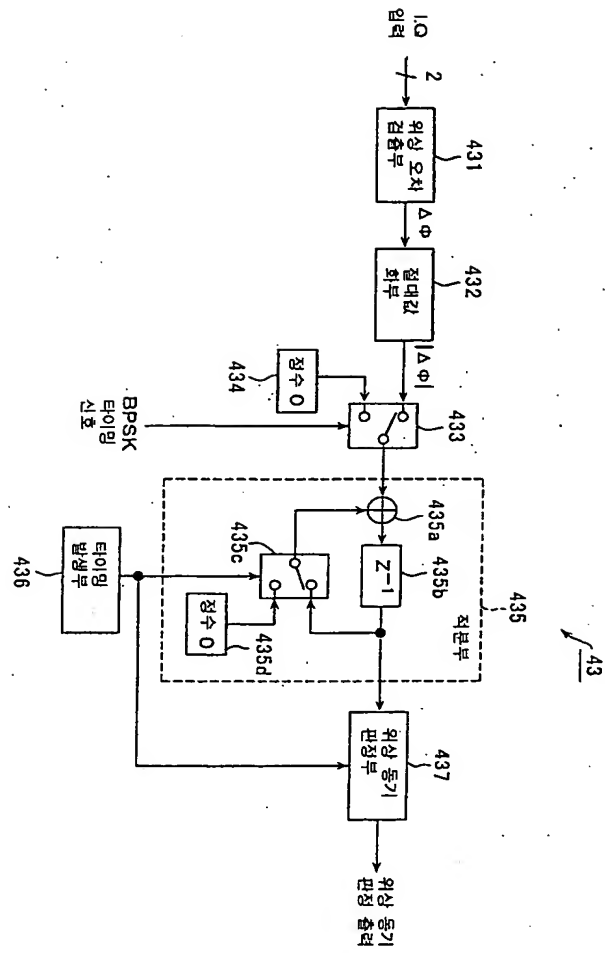
도면 27



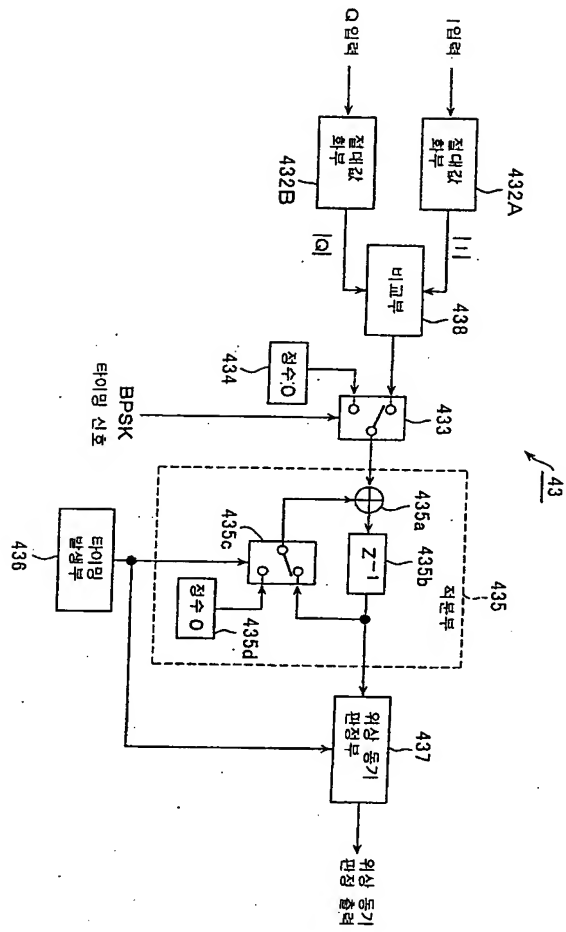
도면 28



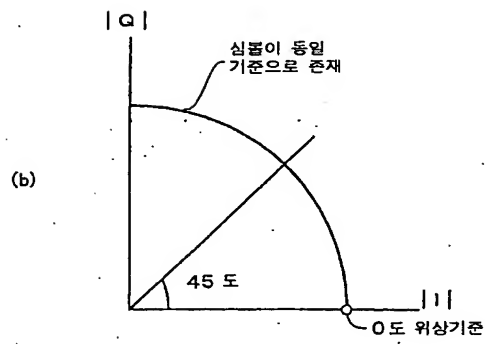
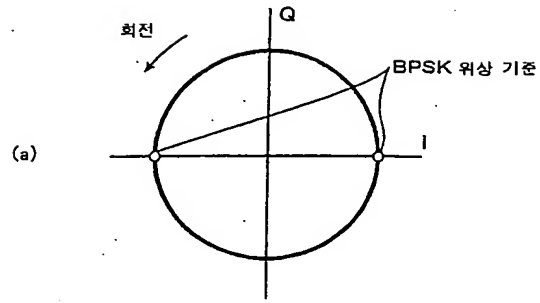
도면 29



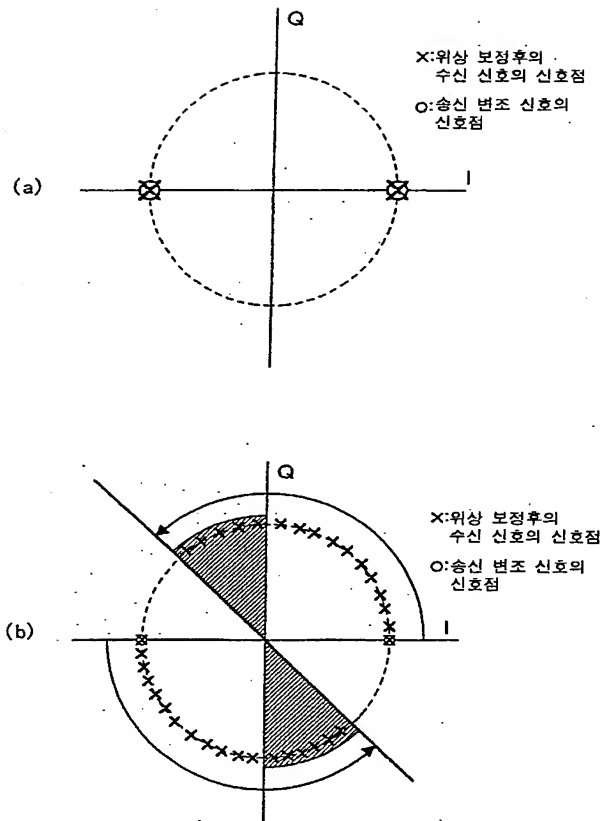
도면 30



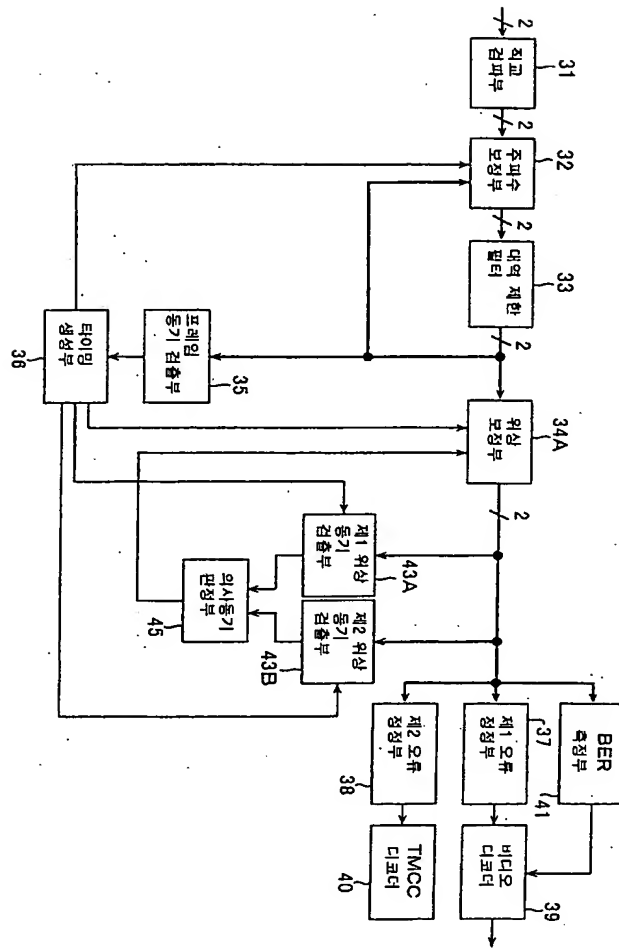
도면 31



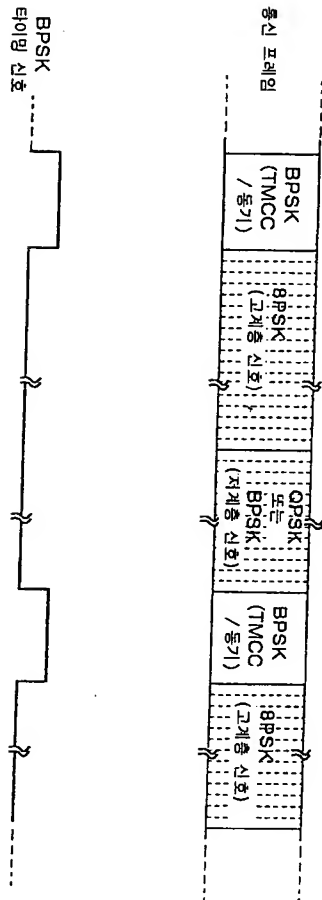
도면 32



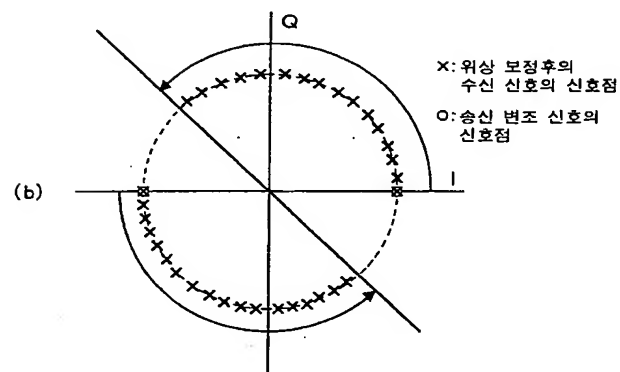
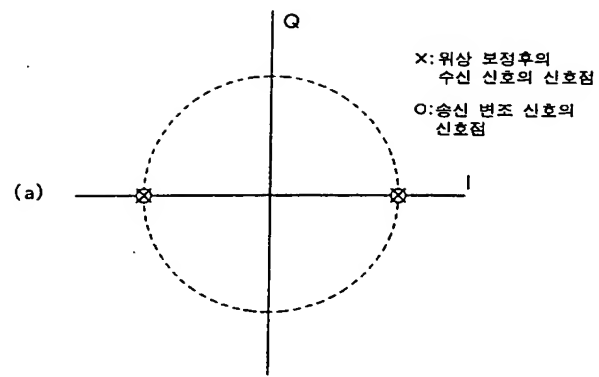
도면 33



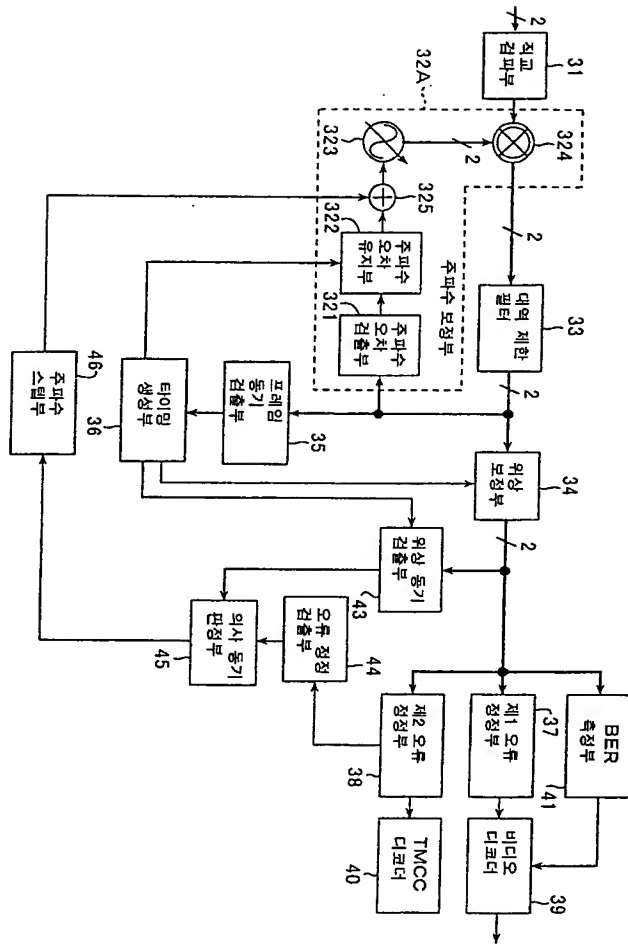
도면 34



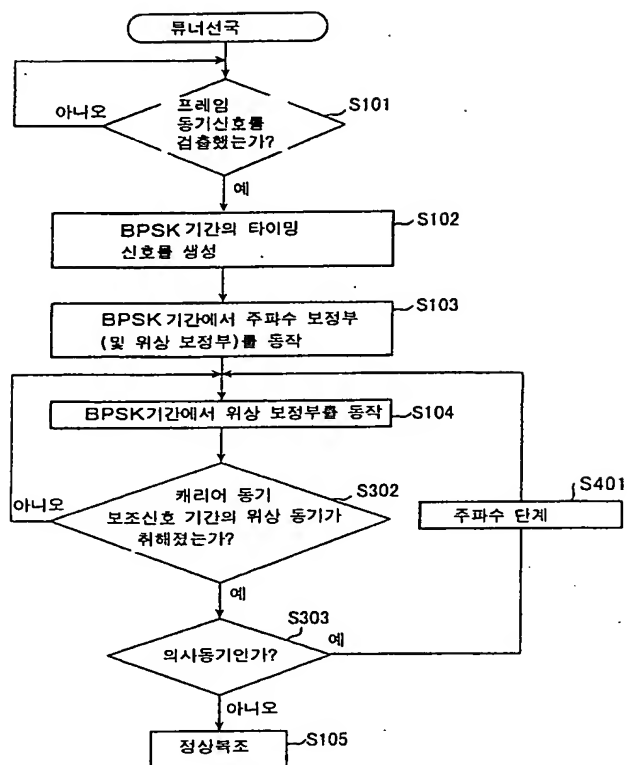
도면 35

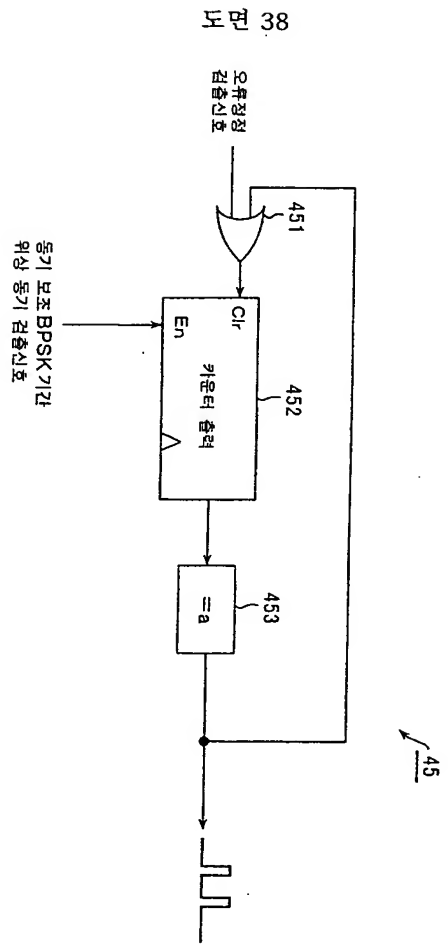


도면 36

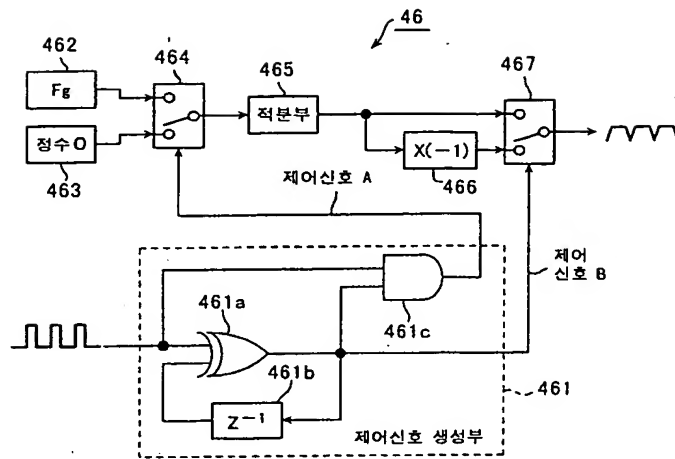


도면 37

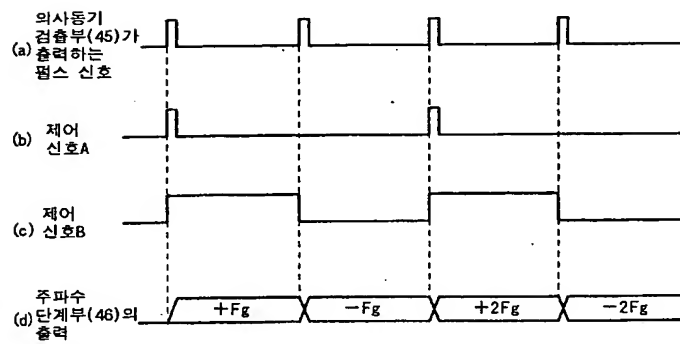




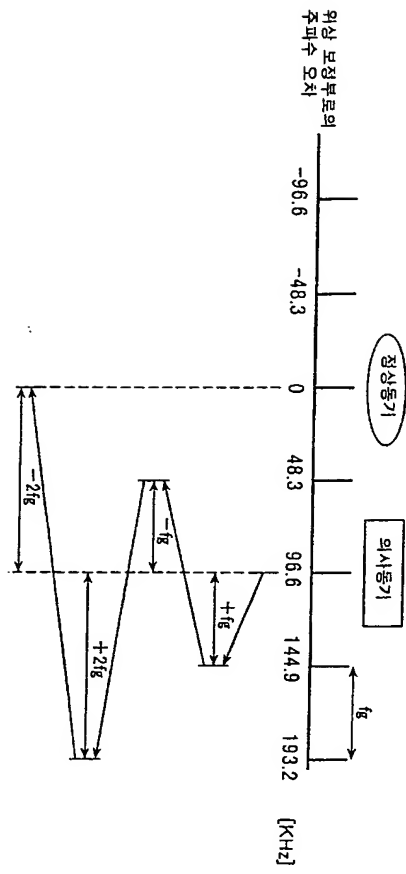
도면 39



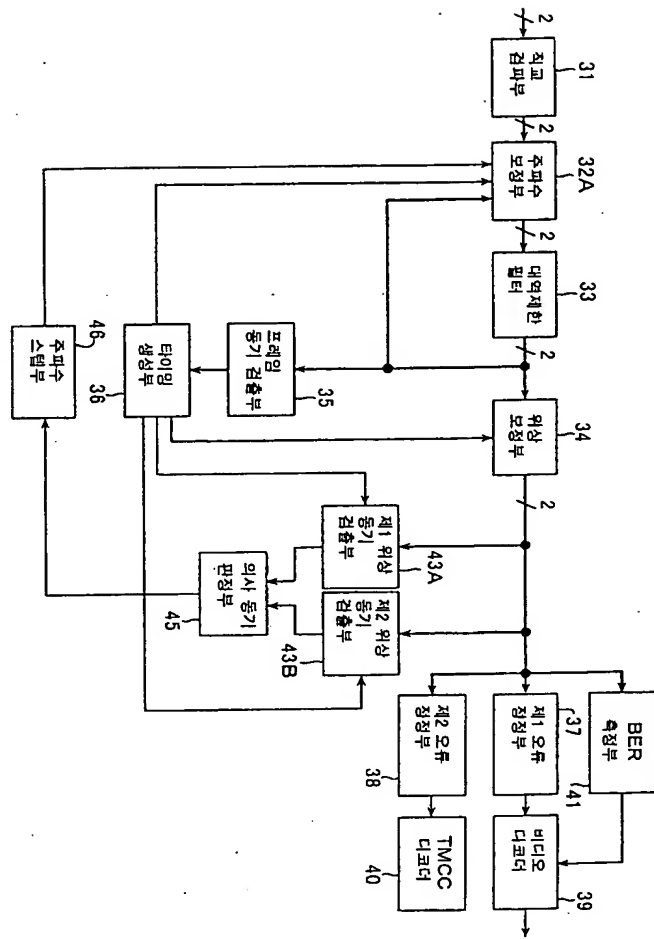
도면 40



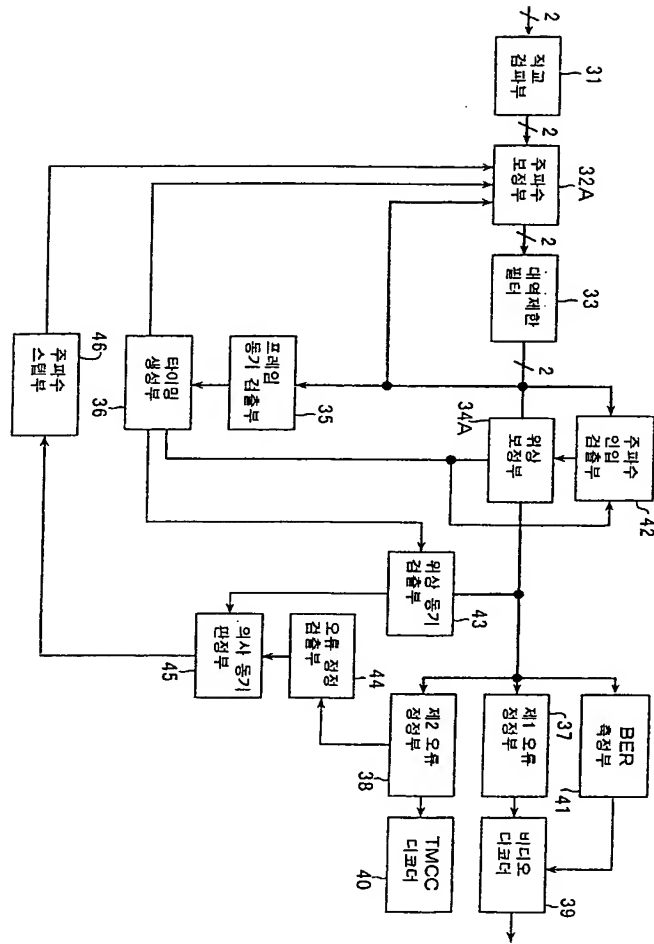
도면 41



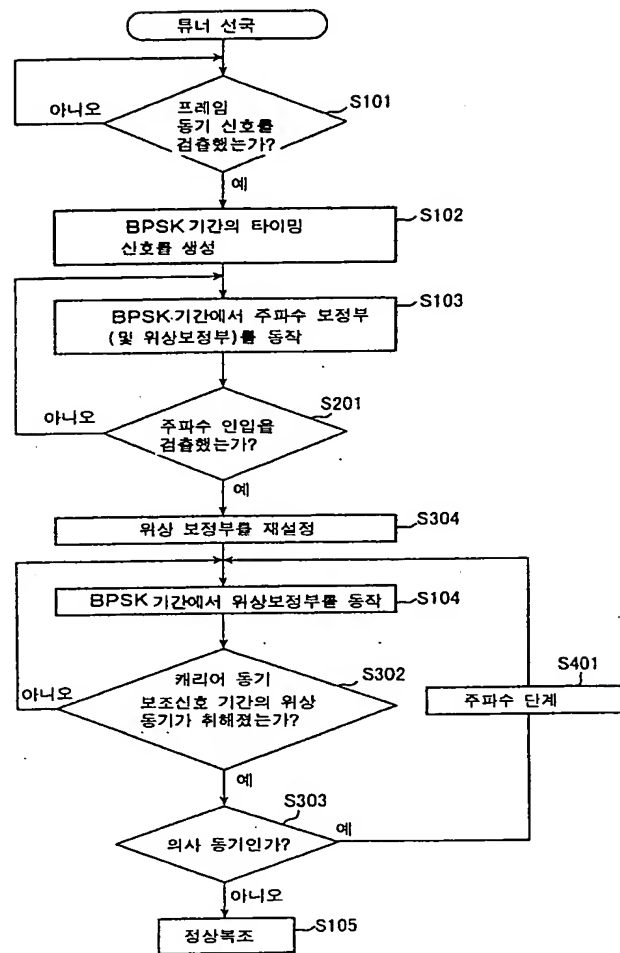
도면 42



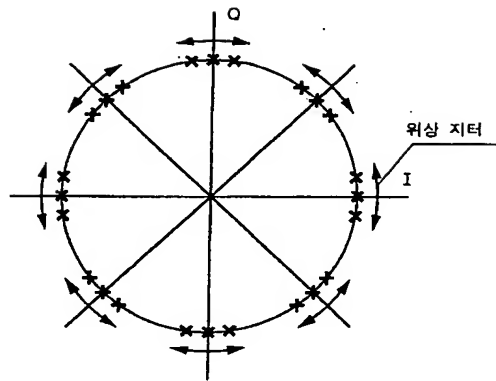
도면 43



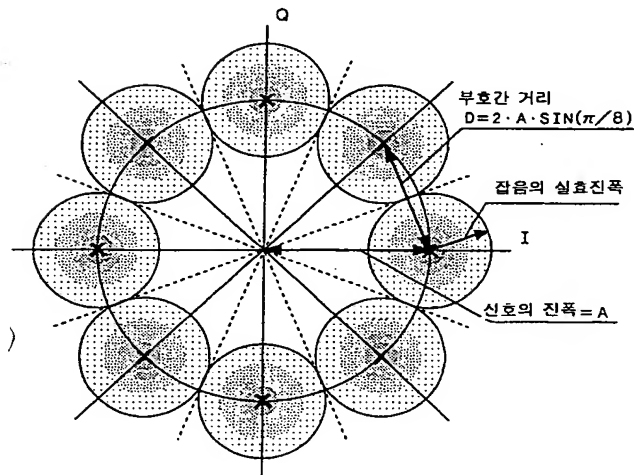
도면 44



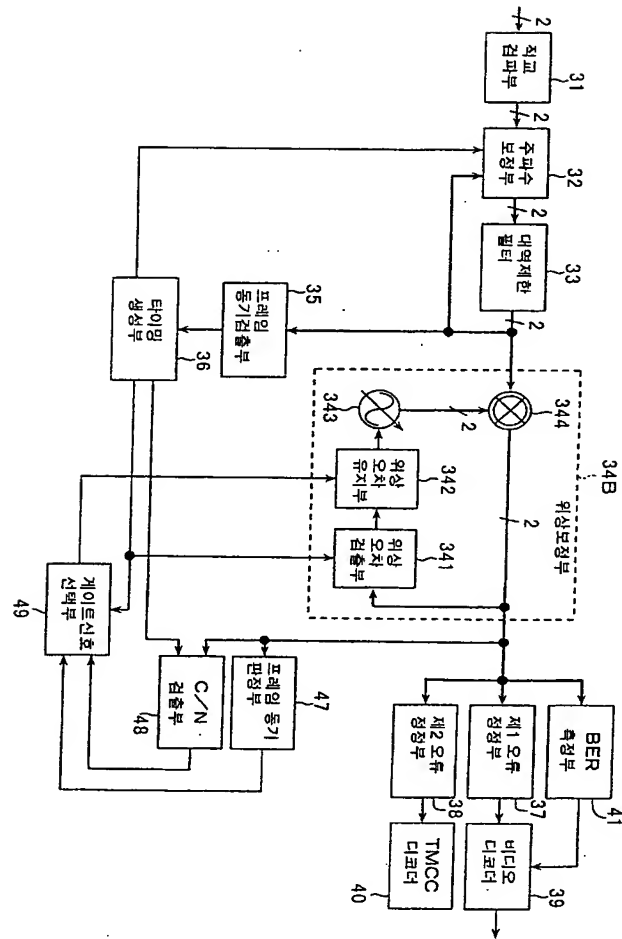
도면 46



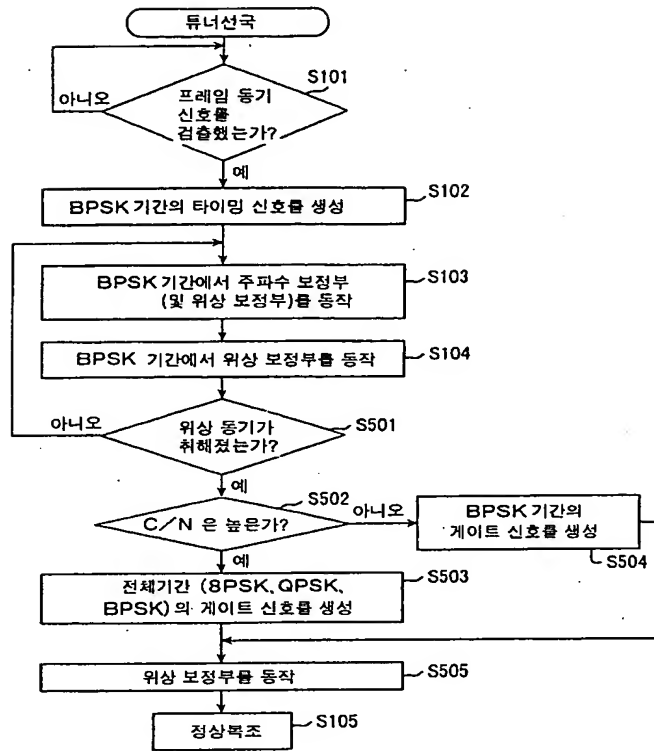
도면 47



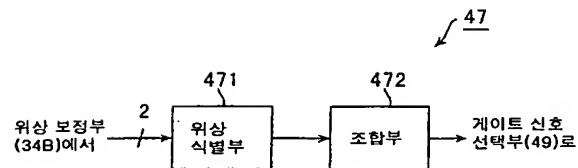
도면 48



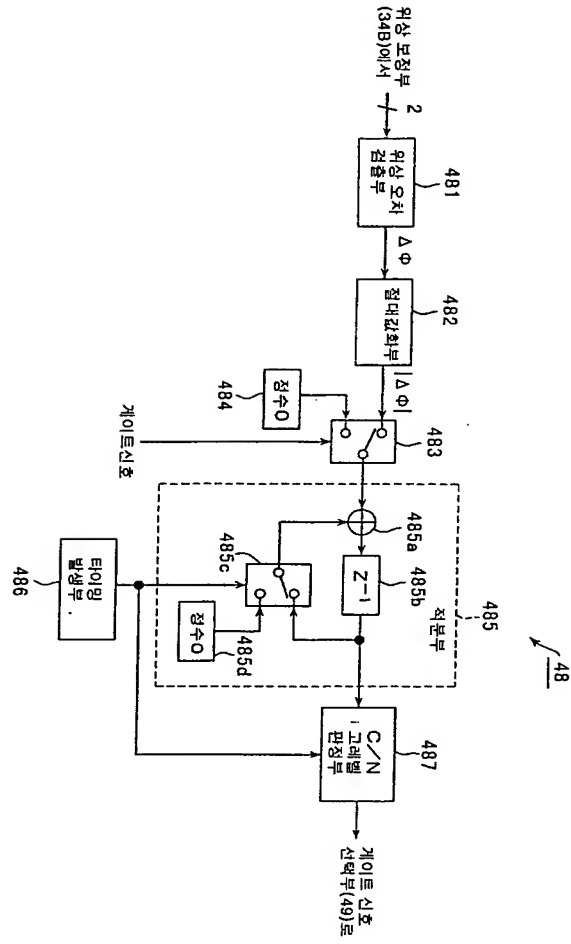
도면 49



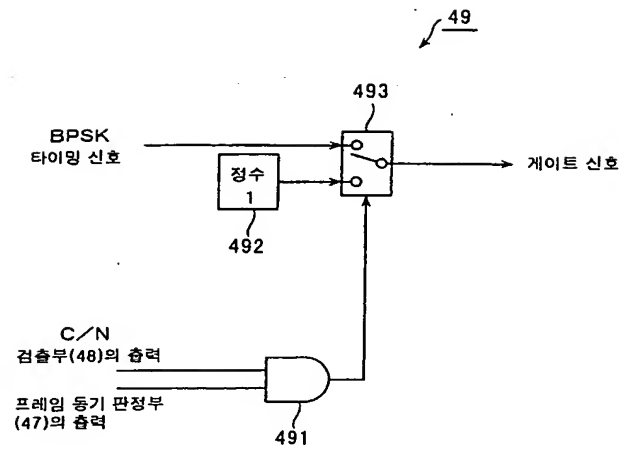
도면 50



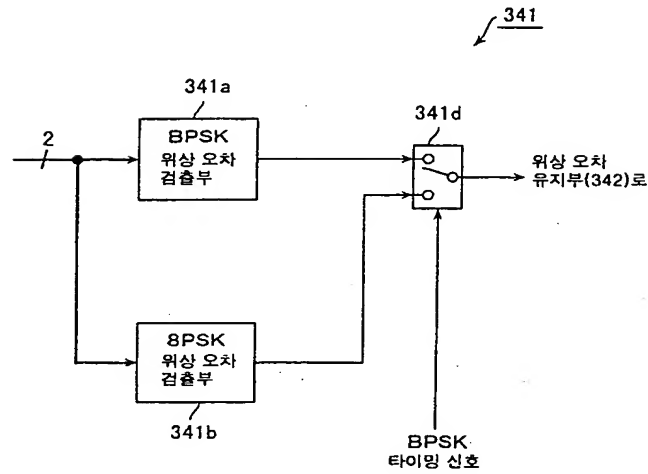
도면 51



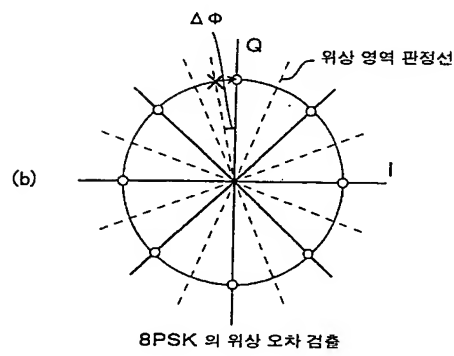
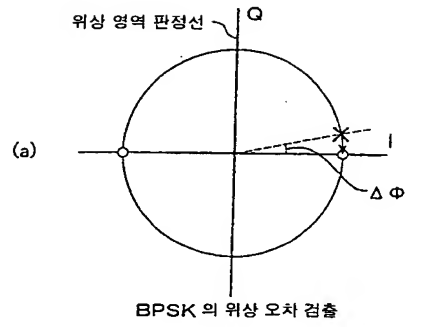
도면 52



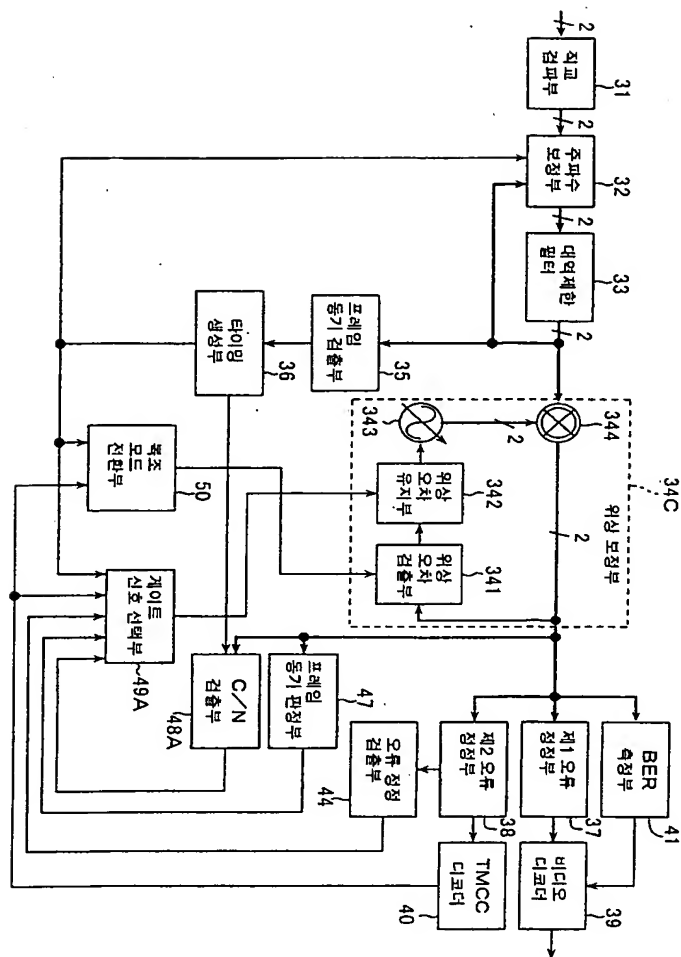
도면 53



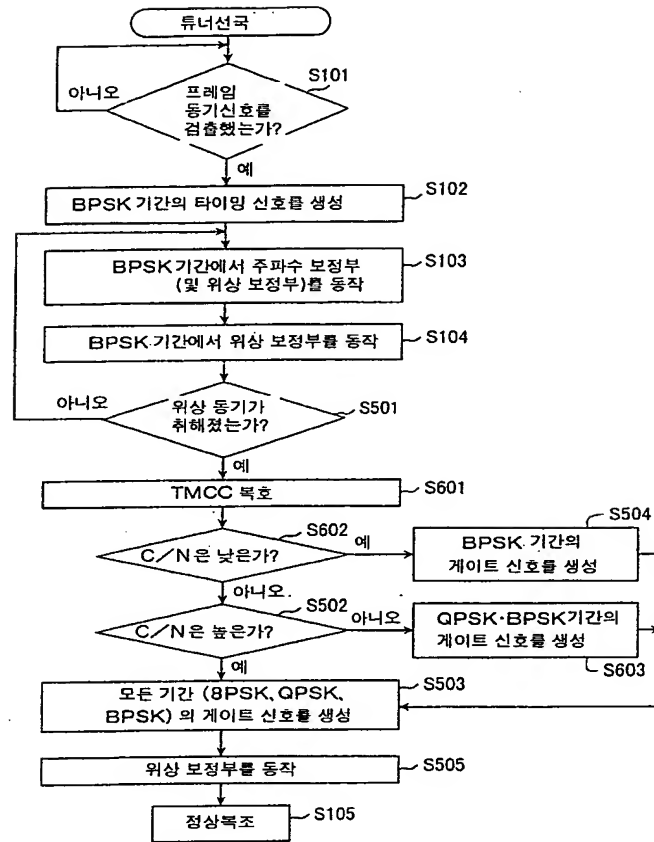
도면 54



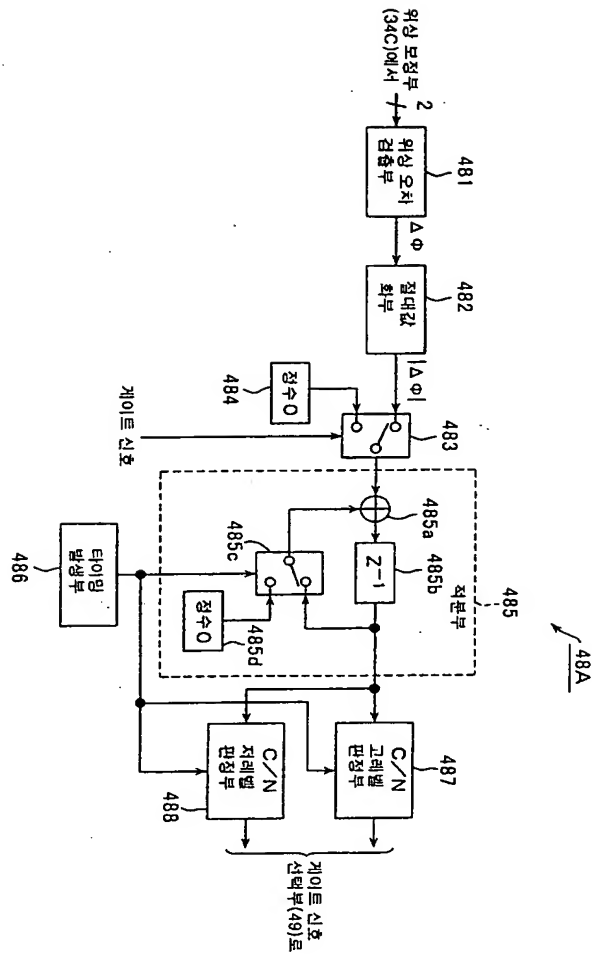
도면 55



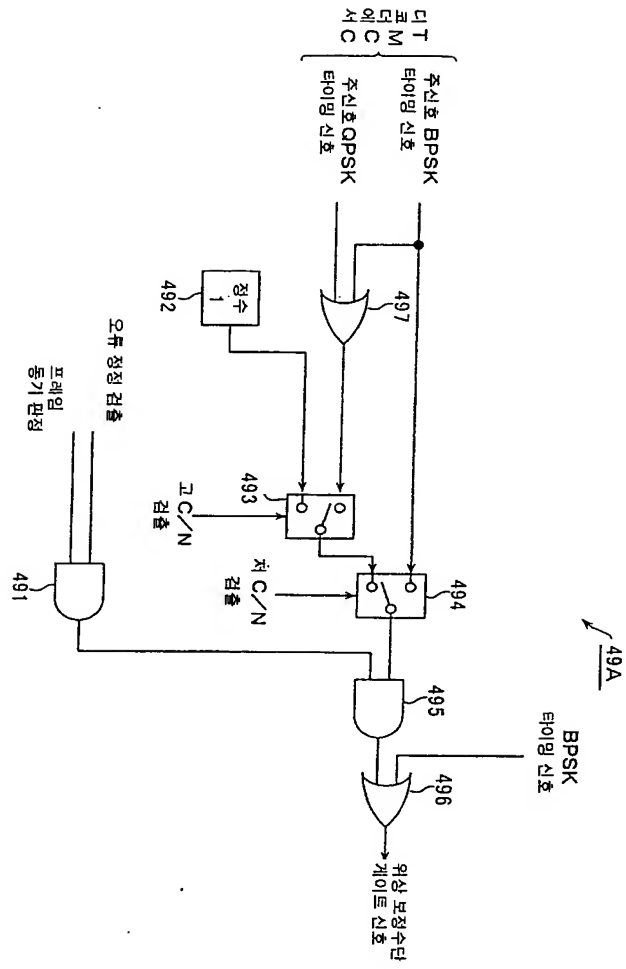
도면 56



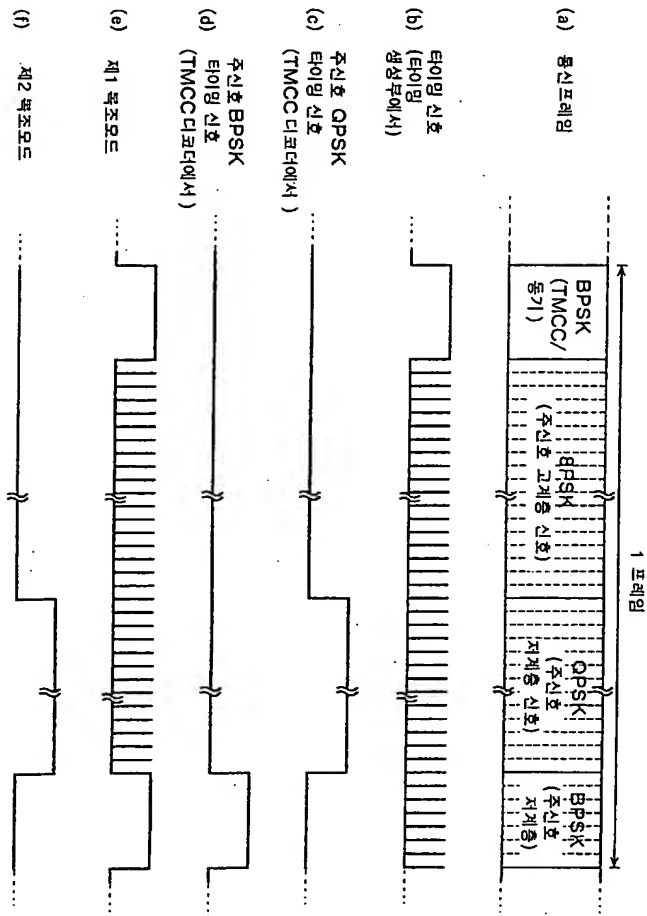
도면 57



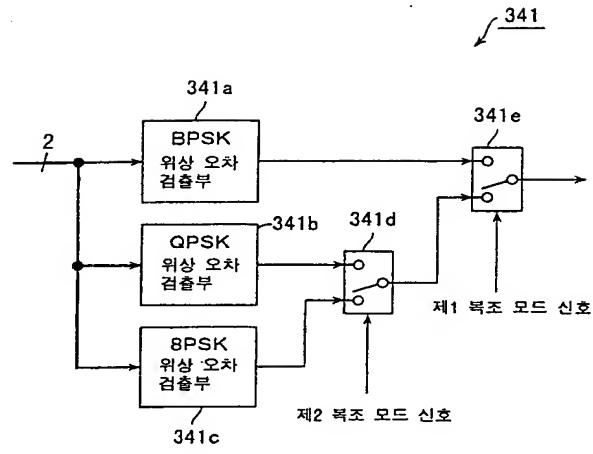
도면 58



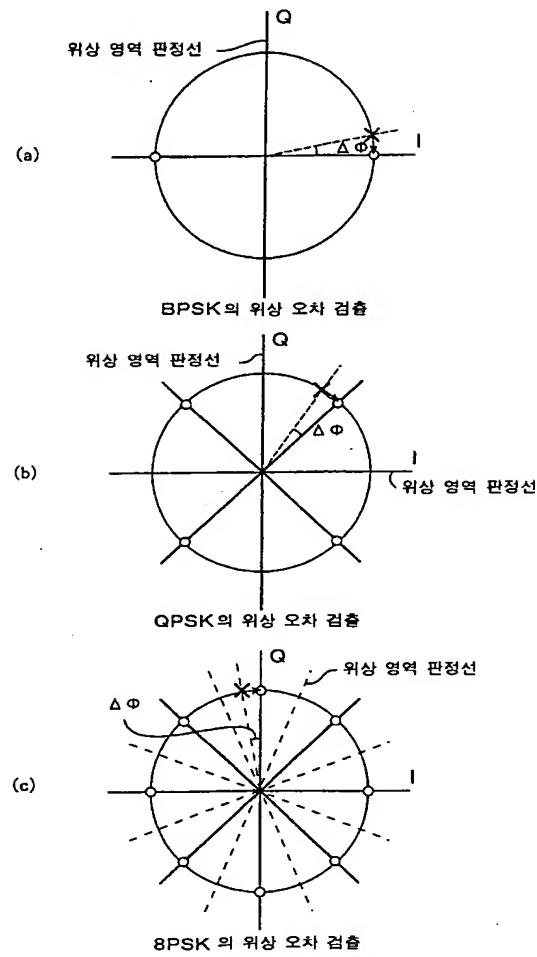
59



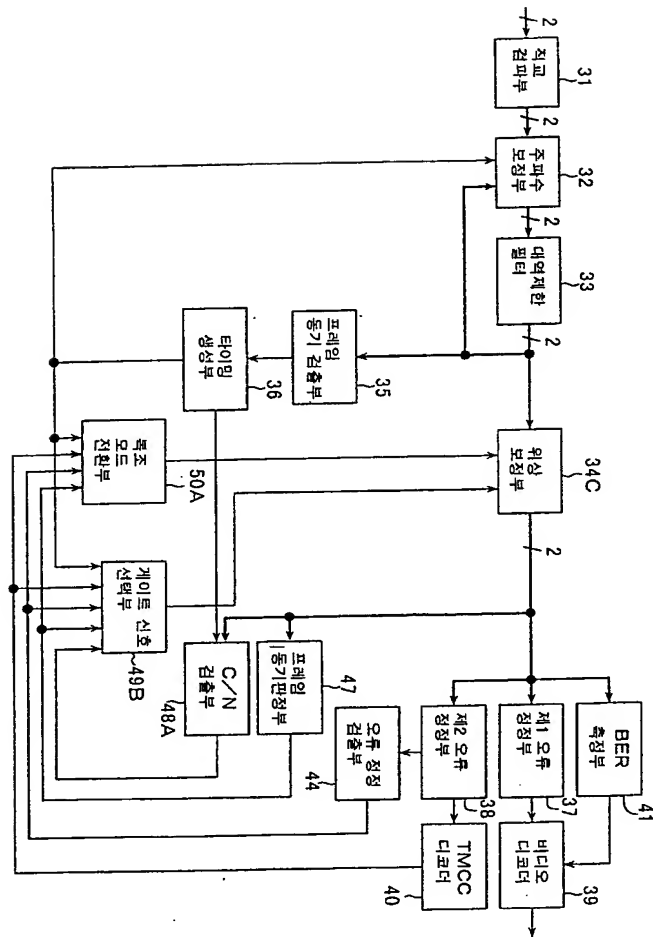
도면 60



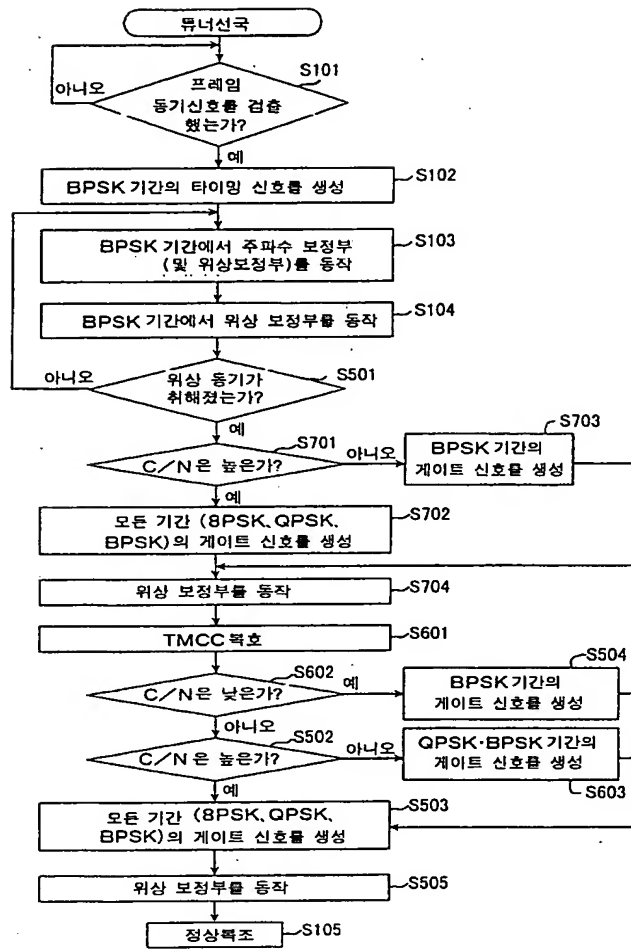
도면 61



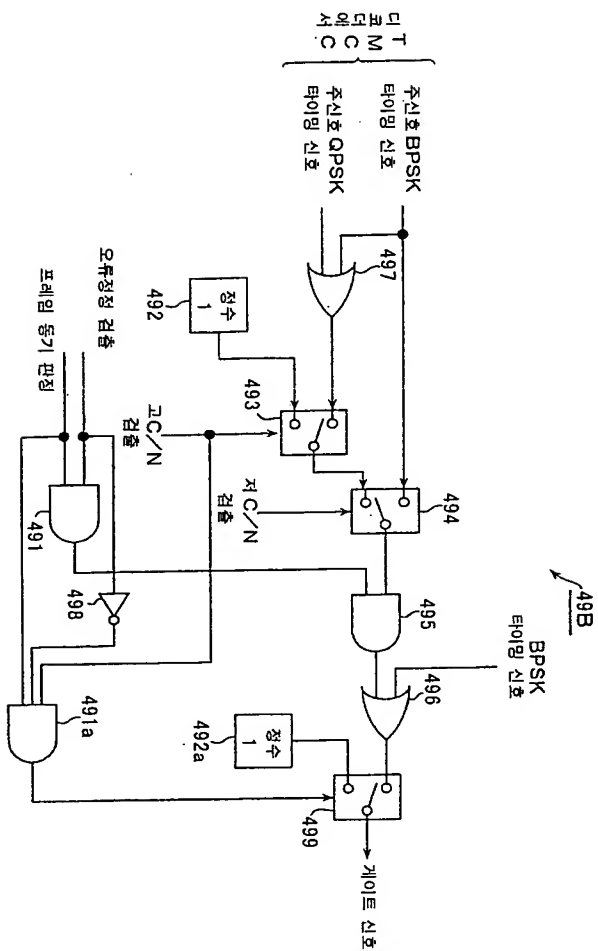
도면 62



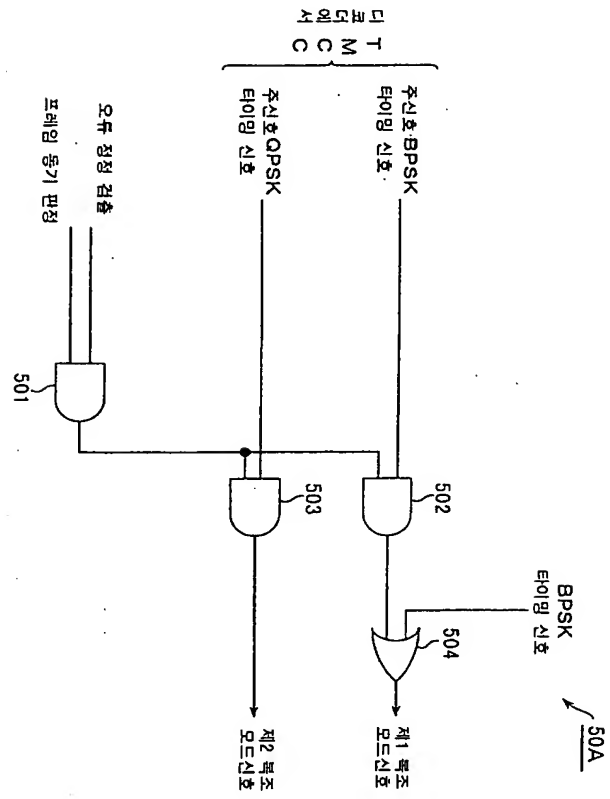
도면 63



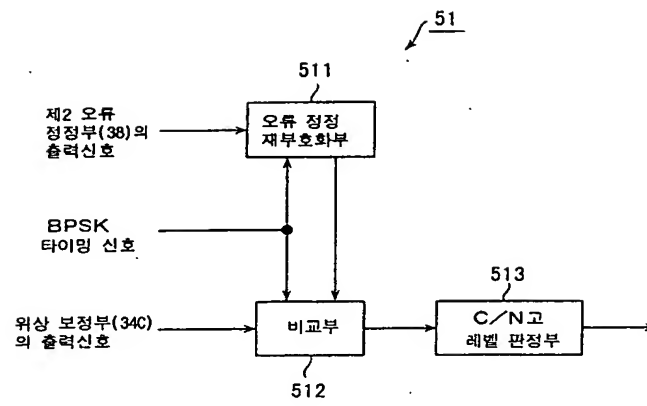
도면 64



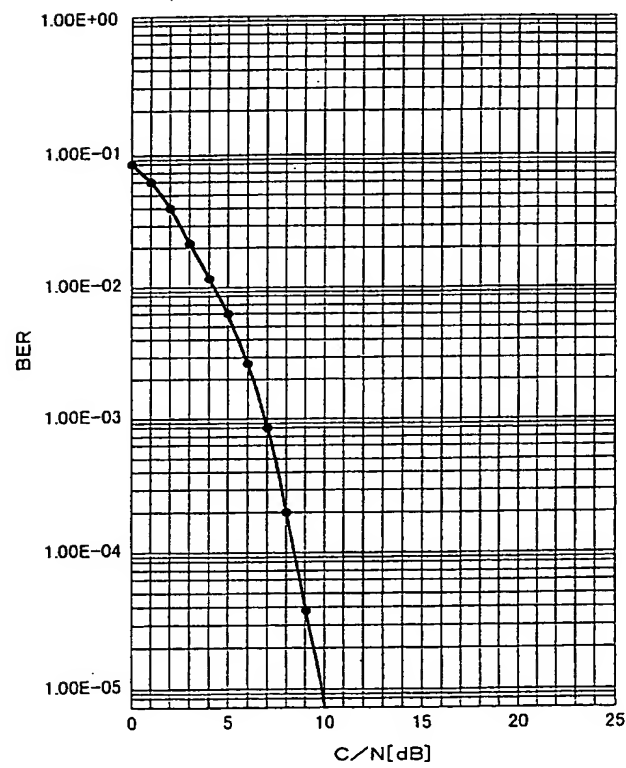
도면 65



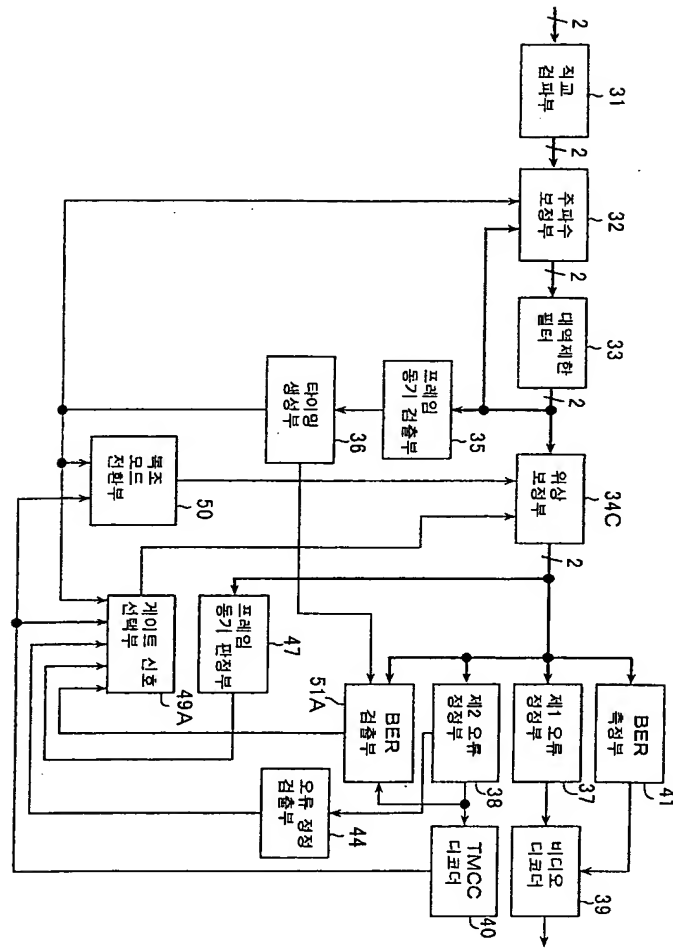
도면 67



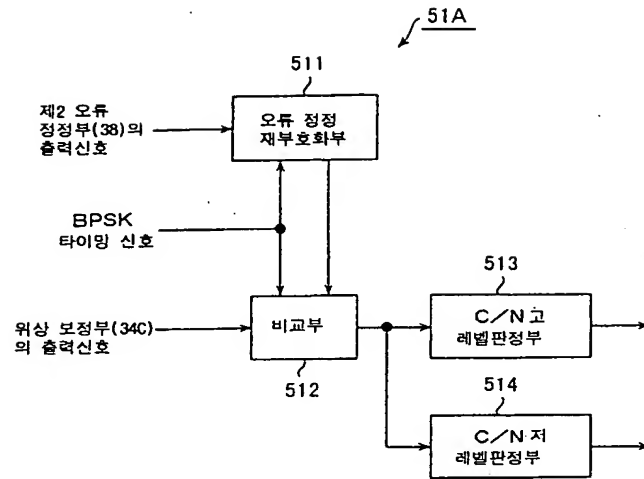
도면 68



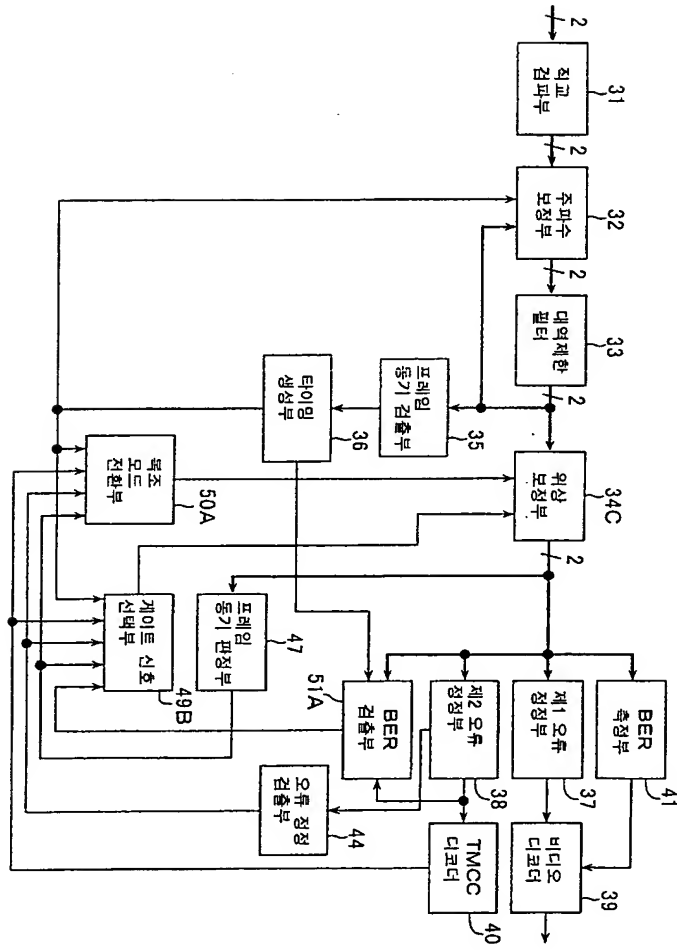
도면 69



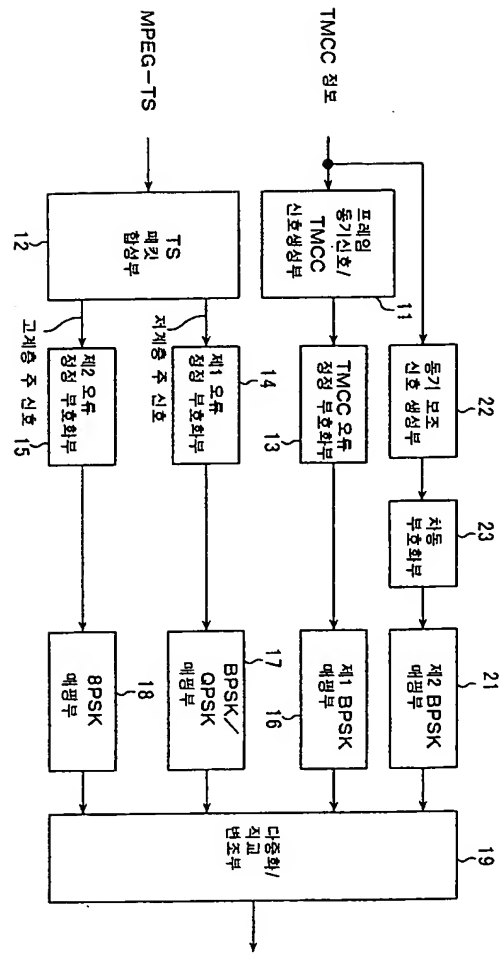
도면 70



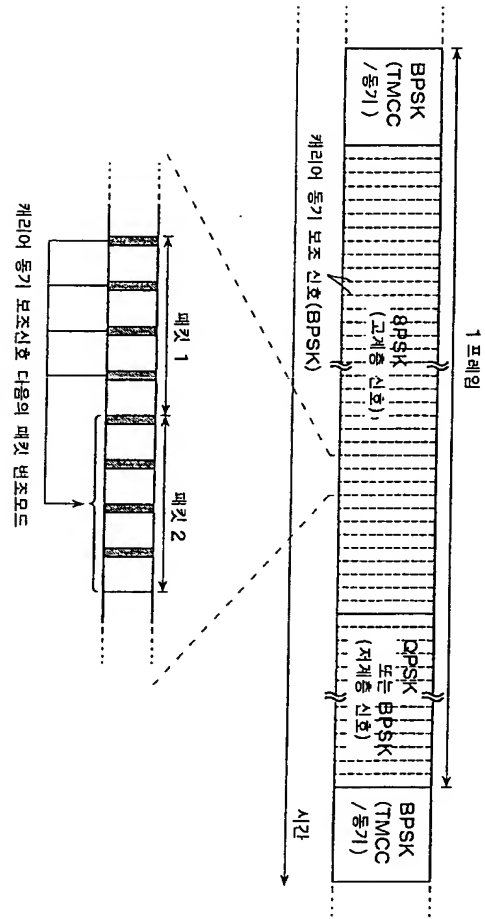
도면 71



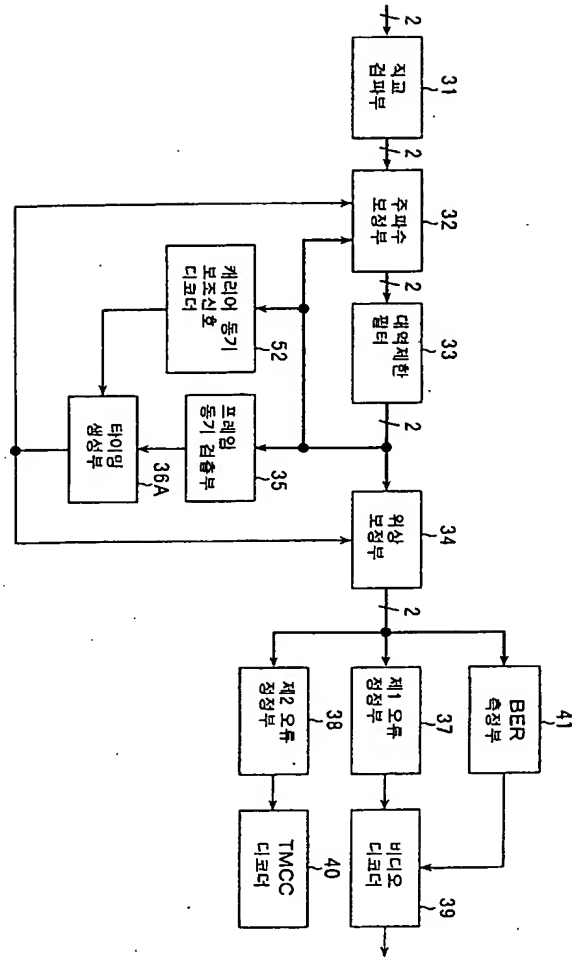
도면 72



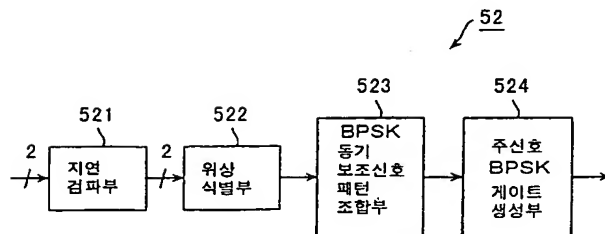
도면 73



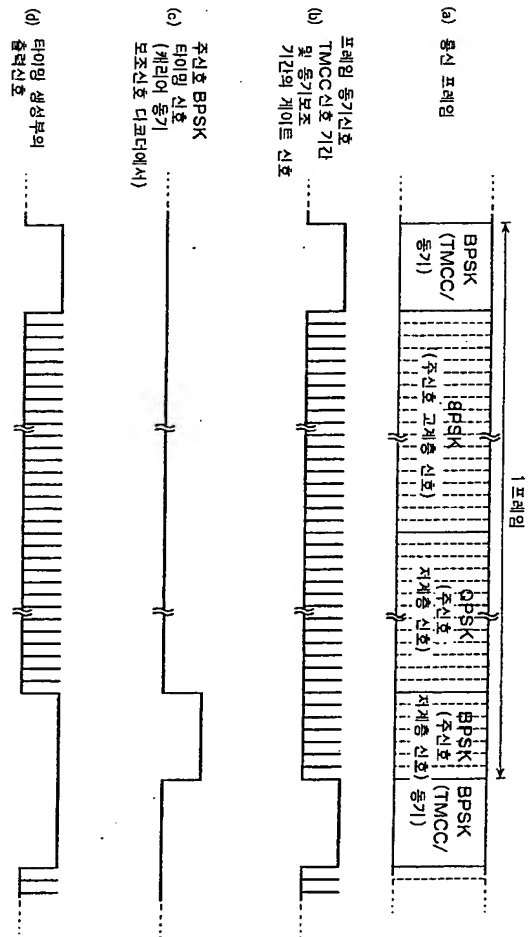
도면 74



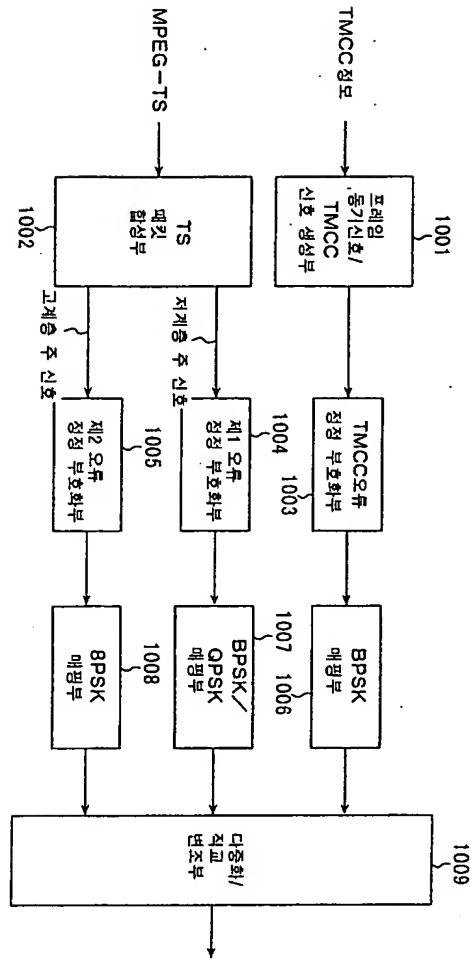
도면 75



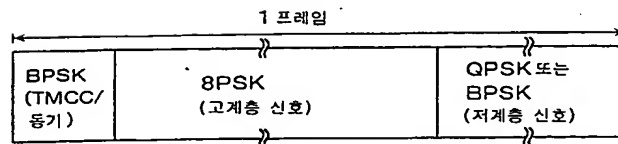
도면 76



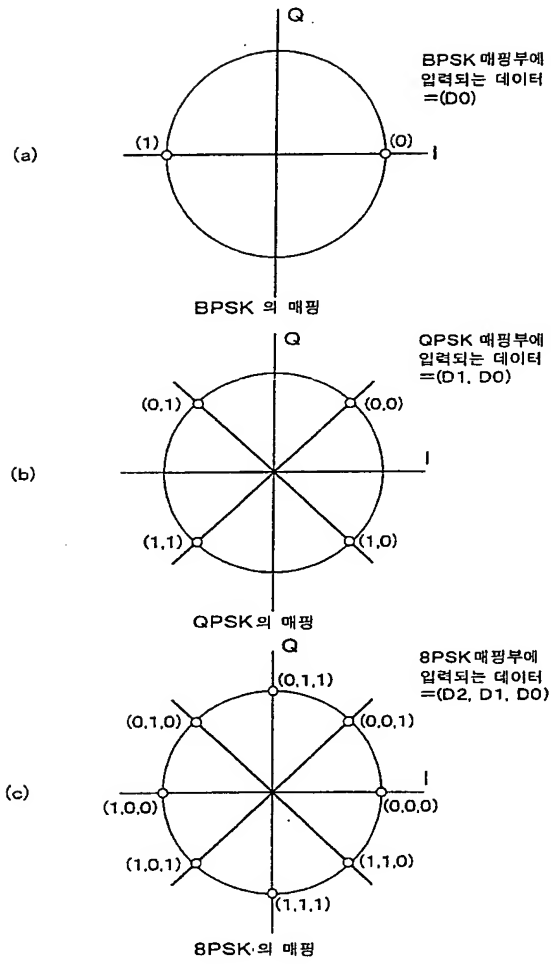
도면 77



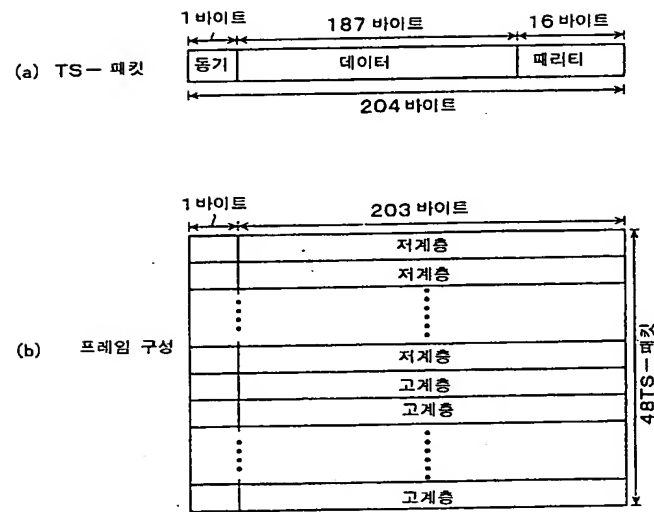
도면 78



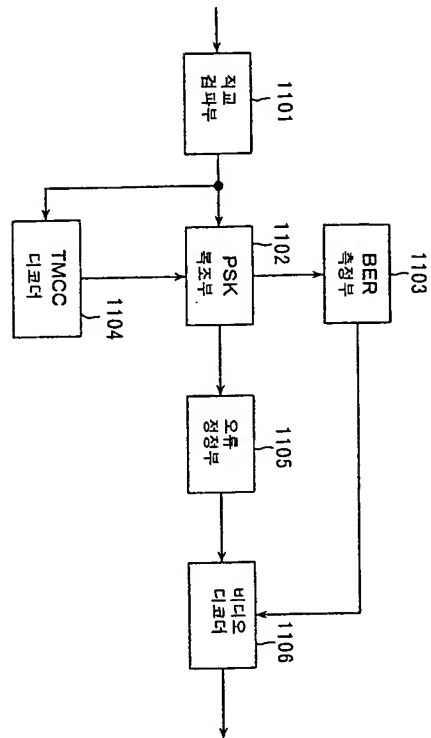
도면 79



도면 80



도면 81



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)